I. IONESCU
V. VOICU
Ș. STOENESCU

# Cartea INSTALATORULUI DE VENTILARE

EDITURA TEHNICĂ

Ing. I. IONESCU * Ing. V. A. VOICU * Ing. Ș. STOENESCU

# *Cartea* INSTALATORULUI DE VENTILARE

EDITURA TEHNICĂ
București — 1976

Lucrarea cuprinde cunoştinţele minime necesare muncitorilor, maiştrilor şi tehnicienilor care activează în domeniul execuţiei instalaţiilor de ventilare şi condiţionare a aerului.

Primele capitole tratează unele noţiuni teoretice elementare cu privire la proprietăţile aerului, clasificarea sistemelor de ventilare, precum şi materialele şi aparatajele folosite în instalaţiile de ventilare şi condiţionare.

Un alt capitol este destinat elementelor componente ale canalelor de aer în care sînt descrise toate tipurile reprezentative de canale de aer şi piese speciale, punîndu-se astfel la îndemîna executanţilor posibilitatea de a soluţiona pe această bază, diferitele situaţii întîlnite în practică.

Tehnologiile de execuţie a tubulaturii şi pieselor din tablă şi din materiale plastice fac obiectul capitolelor următoare unde se prezintă succesiunea operaţiilor de prelucrare şi îmbinare.

Capitolul V cuprinde montarea instalaţiilor de ventilare cu toate elementele lor componente (canale, ventilatoare, baterii de încălzire şi răcire, filtre, aparate de condiţionare etc.), prezentîndu-se şi unele noţiuni de prefabricare în ideea larg răspîndită în ultimul timp, a industrializării lucrărilor de instalaţii.

Capitolele care se referă la tehnologia execuţiei, montarea, reglarea şi punerea în funcţiune, au un caracter original, purtînd amprenta experienţei acumulate de autori în acest domeniu.

Cartea îşi propune, prin detalierea multor elemente de execuţie, montaj şi reglaj să vină în ajutorul muncitorilor şi tehnicienilor din execuţie şi exploatare pentru ridicarea calificării acestora, factor determinant în creşterea productivităţii muncii şi a calităţii lucrărilor.

Control ştiinţific : Ing. **Frangopol Mircea Ion**
Redactor : Ing. **Radu Ion**
Tehnoredactor : **Morărescu Valeriu**
Coperta şi supracoperta : Arh. **Gheorghe Ilie**

Bun de tipar : 8.04.1976. Coli de tipar : 12,50.
Tiraj : 6 450+70 exemplare broşate.
C.Z. 697.9(022).

Întreprinderea Poligrafică „Banat", Timişoara,
Calea Aradului nr. 1. Republica Socialistă
România.

Comanda nr. 339.

CAPITOLUL I

# GENERALITĂȚI

## 1. Aerul și proprietățile lui

Elementul cu care lucrează orice instalație de ventilare este aerul. Necesitatea ascestor instalații determină de fapt calitățile aerului, atît de necesar asigurării unui regim de viață și de desfășurare a activităților omenești, pe care îl vor primeni mereu în încăperile supuse ventilării. În practică nu există încăpere neventilată, căci orice încăpere, oricît de etanșă s-ar considera, nu poate opri cea mai slabă mișcare a unor cantități de aer, cel mai sensibil schimb de aer între exterior și interior. Acest lucru se poate constata în clădirile simple de locuințe în care prin neetanșeitățile ferestrelor, a ușilor și chiar prin elementele de zidărie se petrece un schimb mai mare sau mai mic de aer, funcție de anumiți factori : direcția și tăria vîntului, variațiile de temperatură, intemperii etc.

În tehnica ventilării și condiționării, aerul este considerat ca un amestec de aer atmosferic curat și uscat, cu vapori de apă și alte substanțe, cum sînt : gaze, vapori, praf, fum, microorganisme etc.

La rîndul său, aerul atmosferic pur, este un amestec avînd drept componenți principali oxigenul (21%) și azotul (78%), restul aproximativ 1% fiind alcătuit din argon, bioxid de carbon, hidrogen, ozon și alte cîteva gaze în cantități extrem de mici.

În natură aerul uscat este întotdeauna amestecat cu vapori de apă, fapt ce face ca în toate procesele de ventilare și condiționare să se ia în considerație acest aer, denumit aer umed.

**Starea aerului este definită de o serie de parametri :** 1) *presiune ;* 2) *temperatură ;* 3) *conținut de vapori de apă ;* 4) *umiditate relativă ;* 5) *conținut de căldură.*

1) *Presiunea aerului* este presiunea atmosferică (presiunea barometrică) care variază cu altitudinea. În instalațiile de ventilare se folosește ca unitate de măsură pentru presiune milimetrul coloană de apă (mm $H_2O$).

Aerul umed fiind un amestec de două gaze, aer uscat și vapori de apă, rezultă trei mărimi distincte : a) *presiunea totală a aerului uscat* $p_b$ ; b) *presiunea parțială a aerului uscat* $p_a$ ; c) *presiunea parțială a vaporilor*

*de apă* $p_v$ care este presiunea pe care o exercită un component dintr-un amestec de gaze, dacă ar ocupa singur, la aceiași temperatură, volumul amestecului.

Întrucît presiunea atmosferică (presiunea aerului umed) are o valoare în jur de 1 at, se poate scrie :

$$p_b = p_a + p_v.$$

Mărind conținutul de vapori al aerului, presiunea parțială a acestora va crește, iar procesul de umezire a aerului poate fi continuat pînă în momentul în care presiunea parțială a vaporilor va atinge valoarea presiunii de evaporare corespunzătoare temperaturii ambiante. În acest moment a fost atinsă limita de saturație a aerului și orice cantitate de vapori adăugată în continuare provoacă condensarea unei cantități egale de apă.

2) *Temperatura aerului* este cea măsurată cu un termometru obișnuit, cu rezervor uscat. Se notează cu $t$ și se măsoară în grade Celsius (°C) sau, în sistemul internațional de unități de măsură în grade Kelvin (K):

$$1\ \text{K} = t\ °\text{C} + 273{,}16.$$

3) *Conținutul de vapori de apă* sau *conținutul de umiditate* reprezintă cantitatea de vapori cu apă, în g, conținută într-un kilogram de aer uscat. Cînd aerul conține cantitatea maximă de vapori se spune că este saturat. Cantitatea maximă de vapori care poate satura aerul este cu atît mai mare, cu cît temperatura aerului este mai ridicată și invers, la o temperatură mai mică a aerului, corespunde o cantitate mai redusă de vapori de apă pentru saturație.

4) *Umiditatea relativă* este raportul dintre conținutul de vapori de apă $x$ dintr-un volum de aer la o temperatură oarecare și conținutul de vapori de apă $x'$ necesar pentru saturarea aceluiași volum de aer la aceiași temperatură $t$.

De obicei, acest raport se exprimă sub formă procentuală :

$$\varphi = \frac{x}{x'} \cdot 100\ [\%].$$

5) *Conținutul de căldură* este cantitatea de căldură înmagazinată în amestecul dintre aerul uscat și vaporii de apă și se notează cu $I$ (entalpia). Unitatea de măsură este kilocalorii pe kilogram (kcal/kg).

Proprietățile fizice principale ale aerului sînt : masa specifică $\rho$, în kg/m³ și căldura specifică $c$, în 0,24 kcal/kg.

## 2. Sisteme de ventilare

Clasificarea sistemelor de ventilare se poate face din mai multe puncte de vedere, toate însă se interpătrund, unele tipuri de instalații regăsindu-se în criteriile alese.

a. **Clasificarea sistemelor de ventilare după forţele care pun în mişcare aerul**

**Din acest punct de vedere avem sisteme de ventilare :** 1) *naturală ;* 2) *mecanică.*

1) *Ventilarea naturală* se realizează sub acţiunea forţelor naturale — presiunea vîntului şi presiunea termică. Acest sistem se întîlneşte cel mai des în unele încăperi din locuinţe (băi, cămări, duşuri) sau în hale industriale. Aria lor de răspîndire este mai restrînsă faţă de celelalte sisteme de ventilare, ele găsindu-şi utilizarea în cazurile în care — creindu-se evacuarea unor degajări de căldură, vapori de apă sau gaze — nu sînt impuse condiţii stricte privind constanţa debitului de aer, cînd acesta nu este prea mare.

În acest gen de instalaţii lipsesc ventilatoarele, uneori şi canalele de aer, obligatoriu fiind însă practicarea unor orificii la partea superioară şi a altora la partea inferioară, suficiente pentru a realiza o circulaţie a aerului, datorită diferenţelor dintre greutatea specifică a aerului rece aflat în partea de jos şi a aerului cald care se ridică, precum şi a presiunii exercitate de vîntul ce acţionează asupra clădirii.

**În funcţie de amenajările care se aduc acestor simple instalaţii le putem clasifica în :** a) *ventilare naturală neorganizată* (cazul aerisirii unei încăperi prin deschiderea ferestrelor sau a uşilor) ; b) *ventilare naturală organizată* (cazul cînd prin construcţii simple, auxiliare, favorizăm o ventilare corespunzătoare), (fig. 1).

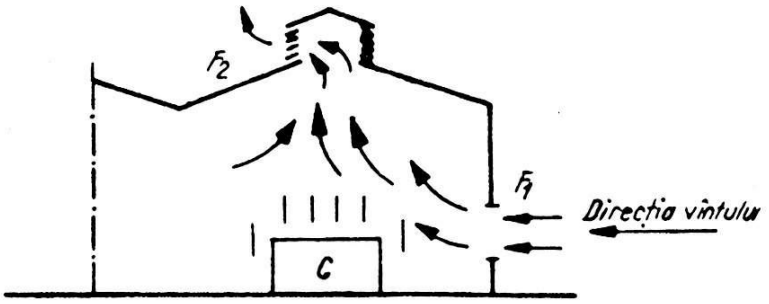



Fig. 1. Sistem de ventilare naturală organizată într-o hală industrială cu ferestre şi luminator :
$F_1$, $F_2$ — deschideri — intrare, ieşire; $C$ — sursă de căldură.

2) *Ventilarea mecanică* se realizează sub acţiunea unor maşini, care în general sînt ventilatoarele, iar uneori ejectoarele.

b. **Clasificarea sistemelor de ventilare după spaţiul din încăpere supus ventilării**

**Din acest punct de vedere avem sisteme de ventilare :** 1) *locală ;* 2) *generală ;* 3) *parţială ;* 4) *mixtă.*

1) *Ventilarea locală* acţionează numai asupra sursei de degajare într-o încăpere, varietatea acestor tipuri de instalaţii este dictată de diferitele

surse de degajări, precum și de modul cum se folosește, prin aspirație locală sau prin introducerea aerului. În figura 2 se prezintă o hotă pentru aspirație locală deschisă, iar figura 3 reprezintă o perdea de aer la o baie industrială realizată prin introducerea aerului.

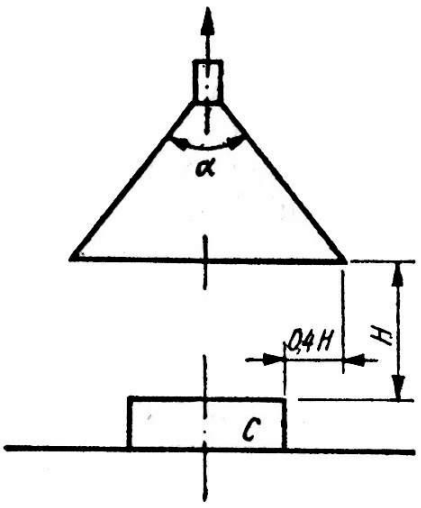



Fig. 2 Hotă simplă deasupra sursei de degajare.

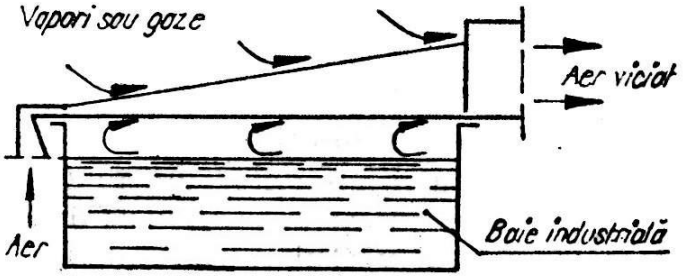



Fig. 3. Perdea de aer la o baie industrială.

2) *Ventilarea generală* asigură ventilarea întregii încăperi și determină deplasarea întregului volum de aer al acesteia, sau cel puțin al zonei ocupate.

În figura 4 este reprezentat un asemenea sistem în care instalația *I* introduce în încăpere aer proaspăt filtrat și în timpul iernii încălzit, iar instalația *II* evacuează prin gurile de aspirație aerul viciat.

3) *Ventilarea parțială* asigură ventilarea unei zone dintr-o hală cu dimensiuni foarte mari.

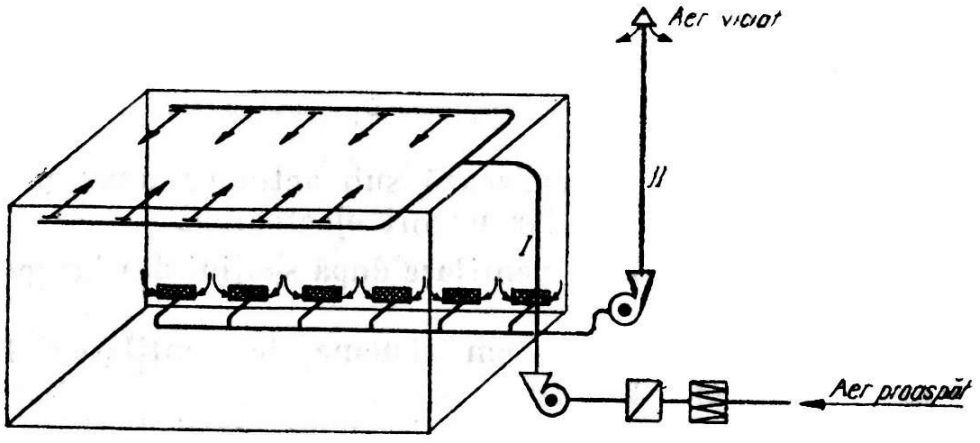



Fig. 4. Sistem de ventilare mecanică generală.

4) *Ventilarea mixtă* se realizează prin aplicarea în același timp, într-o încăpere, atît a ventilării generale sau parțiale, cît și locale acolo unde este necesar.

c. **Clasificarea sistemelor de ventilare după regimul de presiune pe care-l creează în încăpere.**

**Din acest punct de vedere avem :** 1) *Sisteme pentru introducerea sau refularea aerului proaspăt în încăperi* care creează un regim de suprapresiune în spațiul ventilat. 2) *Sisteme pentru aspirarea aerului viciat* care creează un regim de depresiune.

Cum cele două sisteme acționează în majoritatea cazurilor simultan, trebuie să se creeze în încăpere un regim de presiune convenabil, atît pentru încăperea ventilată, cît și pentru încăperile învecinate. Din acest motiv se aplică, în general, principiul sistemelor în echilibru, debitul de aer evacuat dintr-o încăpere este compensat de un debit egal de aer proaspăt, introdus de o instalație separată.

d. **Clasificarea sistemelor de ventilare după scopul urmărit**

**Din acest punct de vedere avem următoarele sisteme :** 1) *de confort ;* 2) *igienice ;* 3) *tehnologice ;* 4) *de protecție ;* 5) *de avarie.*

1) *Ventilarea de confort* asigură condiții de viață și de muncă optime pentru persoanele din încăperea pe care o deservește. În general, se aplică în clădirile social-culturale, administrative, publice și de locuințe. Dintre aceste sisteme fac parte instalațiile de încălzire cu aer cald și mai ales instalațiile de ventilare cu condiționarea aerului, în care se realizează un microclimat cu reducerea la maximum a degajărilor de căldură, umiditate, bioxid de carbon și mirosuri produse de persoanele ce ocupă încăperea ventilată și menținerea unor parametri (temperatură, umiditate) de confort stabilite prin norme.

2) *Ventilarea cu rol igienic* se aplică în încăperile cu degajări nocive unde paralel cu realizarea unor condiții de confort se urmărește asigurarea purității aerului prin evacuarea substanțelor nocive și înlocuirea aerului viciat cu unul proaspăt, din exterior. Aceste sisteme se folosesc în mediul sanitar (spitale, clinici), avînd rol igienico-sanitar și în unele încăperi industriale cu rol de protecția muncii.

3) *Ventilarea cu rol tehnologic* asigură funcționalitatea unor procese industriale sau utilaje. Din această categorie fac parte : a) *instalațiile pentru transportat pneumatic ; b) instalațiile de răcire cu aer ;* c) *instalațiile de alimentare cu aer de ardere pentru cazane, cuptoare etc. ;* d) *instalații pentru menținerea în unele încăperi industriale a unor condiții de temperatură și umiditate necesare desfășurării procesului tehnologic respectiv, cerute fie de materialele care se prelucrează, fie de buna funcționare a utilajelor, fie de condițiile impuse de procesul tehnologic.*

4) *Ventilarea de protecție* asigură realizarea unor condiții de natură să elimine pericolul de explozie sau de incendiu creat de degajarea perma-

nentă a gazelor, vaporilor, sau prafului în interiorul anumitor încăperi.

5) *Ventilarea de avarie* se prevede în încăperile în care pot avea loc acumulări instantanee de substanţe explozive, inflamabile sau toxice, datorită unor accidente în funcţionarea utilajelor sau instalaţiilor tehnologice respective.

e. **Clasificarea sistemelor de ventilare după natura agentului nociv care trebuie eliminat din încăpere.** Din acest punct de vedere sistemele de ventilare pot avea unele construcţii şi funcţionări speciale fiind denumite : 1) *instalaţii de eliminare a ceţii ;* 2) *instalaţii de desprăfuire ;* 3) *instalaţii de dezodorizare ;* 4) *instalaţii de sterilizare a aerului* etc.

CAPITOLUL II

# MATERIALE

## A. MATERIALE FOLOSITE LA EXECUTAREA INSTALAȚIILOR DE VENTILARE

### 1. Table din oțel

*Tabla din oțel* este un material de bază care se folosește pentru executarea aparatajelor, tubulaturii, pieselor și diferitelor confecții care intră în componența instalațiilor de ventilare și de condiționare a aerului și a celor de transport pneumatic. La lucrările de ventilare și condiționare se folosesc de regulă pentru executarea tubulaturii și a diferitelor piese speciale, tabla cu o grosime pînă la 2 mm. Tabla de grosimi mai mari se folosește pentru executarea diferitelor confecții și dispozitive.

*Tabla neagră* este fabricată conform STAS 1946-69 în dimensiunile uzuale prevăzute în tabelul 1. Tabla folosită la lucrările de ventilare și condiționare a aerului are formatul obișnuit de 1 000—2 000 mm, dar se mai produc și în formate speciale cu alte dimensiuni. Grosimile sînt de 1—4 mm, în trepte de 0,25 mm, între 1 și 2 mm, și 0,50 mm între 2 și 4 mm. Pentru tubulatura de ventilare se folosește tabla pînă la 2 mm, iar grosimile mai mari se folosesc pentru transportul pneumatic și pentru executarea diferitelor confecții și dispozitive.

*Tabla zincată* se fabrică conform STAS 2028-71 în dimensiuni uzuale prevăzute în tabelul 2. Zincarea se obține prin cufundarea într-o baie de zinc topit a tablei negre cu grosimi pînă la 2 mm. Tabla zincată este folosită pe scară largă la executarea tubulaturii de ventilare și condiționare a aerului, datorită rezistenței ei la acțiunea de corodare.

Pentru scopuri speciale, cînd instalațiile de condiționare și ventilare transportă un aer cu acizi sau aer la temperaturi mari, se folosesc *table din oțel inoxidabil, antiacid sau refractar*, fabricate special pentru asemenea instalații. De asemenea se pot executa instalații de ventilare și condiționare a aerului din table din metale neferoase (table din cupru, aluminiu, plumb și din zinc).

Aceste table se fabrică conform standardelor în vigoare ca tipuri de grosimi și dimensiuni.

Tablele se depozitează într-un rastel pe sortimente în stive dimensionate astfel încît materialele să nu prezinte deformații datorită greutății. În cazul unei depozitări îndelungate se iau măsuri de ungere a suprafețelor cu un strat subțire de ulei mineral în vederea evitării coroziunii.

*Tabelul 1.* **Dimensiuni uzuale pentru tablă neagră STAS 1946–69**

| Formatul mm×mm | Grosimea mm | Masa g/foaie | Formatul mm×mm | Grosimea mm | Masa kg/foaie |
|---|---|---|---|---|---|
| 512×712 | 0,25 | 0,76 | 750×1 500 | 0,25 | 2,25 |
| | 0,28 | 0,82 | | 0,30 | 2,70 |
| | 0,30 | 0,88 | | 0,36 | 3,15 |
| | 0,36 | 0,95 | | 0,40 | 3,60 |
| | 0,40 | 1,17 | | 0,50 | 5,10 |
| 535×765 | 0,25 | 0,82 | | 0,60 | 5,85 |
| | 0,28 | 0,92 | | 0,65 | 6,75 |
| | 0,30 | 0,98 | | 0,75 | 7,20 |
| | 0,36 | 1,18 | | 0,80 | 9,00 |
| | 0,40 | 1,31 | | 1,00 | |
| 585×840 | 0,30 | 1,20 | 800×1 600 | 0,40 | 4,10 |
| 650×1 000 | 0,30 | 1,66 | | 0,45 | 4,60 |
| | 0,40 | 2,08 | | 0,50 | 5,12 |
| | 0,45 | 2,34 | | 0,55 | 5,63 |
| | 0,50 | 2,60 | | 0,60 | 6,14 |
| | 0,60 | 3,12 | | 0,65 | 6,65 |
| | 0,75 | 3,90 | | 0,70 | 7,16 |
| | 0,80 | 4,16 | | 0,75 | 7,68 |
| | 1,00 | 5,20 | | 0,80 | 8,19 |
| 700×1 450 | 0,25 | 2,11 | | 0,85 | 8,70 |
| | 0,40 | 3,25 | | 0,90 | 9,21 |
| | 0,50 | 4,05 | | 0,95 | 9,72 |
| | 0,65 | 5,28 | | 1,00 | 10,24 |
| 710×1 420 | 0,30 | 2,45 | 1 000×2 000 | 0,50 | 8,00 |
| | 0,40 | 3,25 | | 0,60 | 9,60 |
| | 0,45 | 3,65 | | 0,65 | 10,45 |
| | 0,50 | 4,05 | | 0,75 | 12,00 |
| | 0,60 | 4,88 | | 0,80 | 12,80 |
| | 0,65 | 5,28 | | 1,00 | 16,00 |
| | 0,75 | 6,09 | | | |
| | 0,80 | 6,50 | | | |
| | 1,00 | 8,12 | | | |

1) Pentru grosimi peste 1 mm se foloseşte tablă subţire pentru construcţii STAS 901-74 care între 1 şi 2 mm grosime se fabrică în trepte de grosimea de 0,25 mm, iar între 2 şi 4 mm din 0,50 în 0,50 mm.

*Tabelul 2.* **Dimensiuni uzuale pentru tabla zincată STAS 2028-71**

| Formatul mm×mm | Grosimea mm | Formatul mm×mm | Grosimea mm |
|---|---|---|---|
| 585×840 | 0,30 | | 0,50 |
| 650×1 000 | 0,40<br>0,45<br>0,50 | 1 000×2 000 | 0,60<br>0,65<br>0,75 |
| 750×1 500 | 0,25<br>0,30<br>0,40<br>0,50 | | 1,00<br>1,25<br>1,50<br>2,00 |

### 3. Profile laminate din oţel

Profilele se produc într-o gamă largă de tipuri şi dimensiuni. La lucrările de ventilare se folosesc în general oţelul cornier, oţelul lat şi oţelurile U şi I ca elemente de îmbinare, de rigidizare şi susţinere.

*Oţelul cornier* cu aripi egale avînd lăţimea aripilor de 20—60 mm şi grosimea aripilor de 3—5 mm (STAS 424-62) este folosit pentru confecţionarea flanşelor de îmbinare a tubulaturii de ventilare pentru rigidizare sau susţinere.

*Oţelul lat* (platbandă) cu lăţimea de 12—80 mm şi grosimea de 5—6 mm (STAS 395-64) se foloseşte la confecţionarea ramelor cu jaluzele, grătarelor, flanşelor de îmbinare a canalelor de aer etc.

*Oţelul* U avînd înălţimea de 50—220 mm, lăţimea aripilor de 38—80 mm şi grosimea inimii de 5—9 mm (STAS 564-63) se foloseşte la confecţionarea pieselor de susţinere, console etc. De asemenea mai pot apare situaţii cînd se folosesc şi profile din *oţel* I (STAS 565—63) pentru susţinerea unor aparate mai grele.

Profilele etichetate se depozitează sub şoproane acoperite în rastele compartimentate pe dimensiuni.

### 3. Materiale de etanşare

Pentru asigurarea unei etanşeităţi foarte bune la îmbinarea tubulaturii prin flanşe se foloseşte în general carton moale sau presat cu grosimea de 3—5 mm. Garnitura trebuie să corespundă cu dimensiunile flanşei (fig. 5).

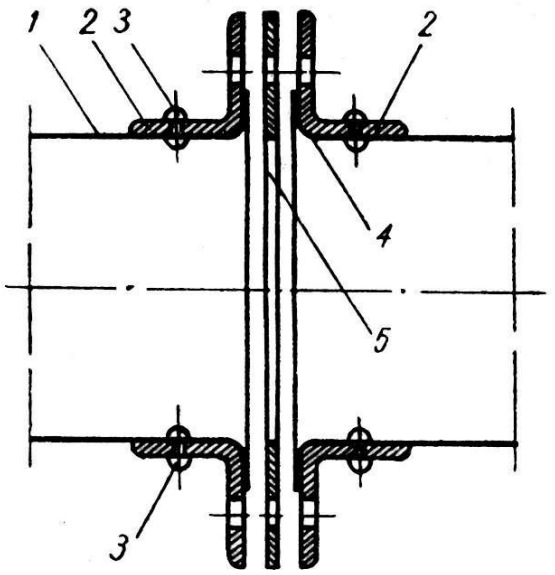



Fig. 5. Îmbinarea canalelor circulare cu flanşe :

*1* — tub de ventilare; *2* — flanşe din oţel cornier; *3* — nituri pentru fixarea flanşei pe tubulatură; *4* — bordura tubului; *5* — garnitură de etanşare.

În cazul în care prin tubulatură se transportă împreună cu aerul şi cantităţi mari de praf, etanşeitatea se asigură folosindu-se garnituri din cauciuc moale fără inserţie, executate dintr-o singură bucată.

La instalaţiile de ventilare cu presiune mare se folosesc garniturile din cauciuc cu inserţie, iar în cazul transportului de aer la o temperatură de peste 70° C se folosesc garnituri din plăci de azbest sau şnur de azbest deoarece celelalte garnituri nu rezistă.

## 4. Materiale de izolare termică şi fonică

În general, instalaţiile de condiţionare a aerului se izolează cu rogojini din vată de sticlă, vată minerală sau cu plăci din pîslă minerală.

Materialele termoizolatoare se folosesc confecţionate şi livrate de fabrica furnizoare sub formă de vată (saltele sau rogojini).

*Rogojina din vată* se obţine prin coaserea vatei cu sfoară sau sîrmă pe o plasă de rabiţ sau pe o foaie de carton ondulat, iar prin coaserea vatei între două plase de rabiţ se obţine *salteaua din vată de sticlă sau minerală.*

Rogojinile din vată se livrează de fabrică legate în sul în dimensiuni de 500 × 1 000 mm cu o grosime care variază de la 2 la 5 cm. La comandă saltelele se livrează de carton ondulat de către fabrica furnizoare. Timpul de confecţionare pe şantier a saltelelor este de 2—4 ori mai mare decît la cele livrate de fabrică.

Pentru executarea termoizolaţiei la canalele de ventilare, rogojinile se croiesc pentru a corespunde tuburilor de ventilare (fig. 6).

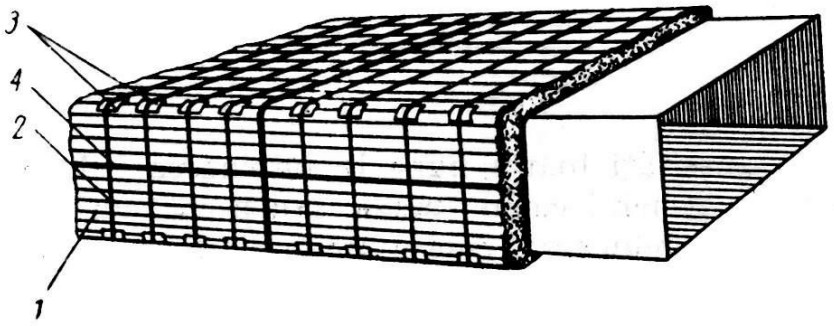



Fig. 6. Rogojină din vată de sticlă :

*1* — rogojină; *2* — sîrmă zincată; *3* — colţare din tablă galvanizată; *4* — legătură longitudinală din sîrmă zincată.

Saltelele din vată minerală pentru izolarea termică a canalelor se pot executa şi pe şantier într-un atelier amenajat în acest scop.

Ca material fonoabsorbant se foloseşte în general vata minerală sub formă de plăci care se protejează cu diferite materiale plasă de sîrmă, tablă perforată de aluminiu sau oţel (fig. 7).

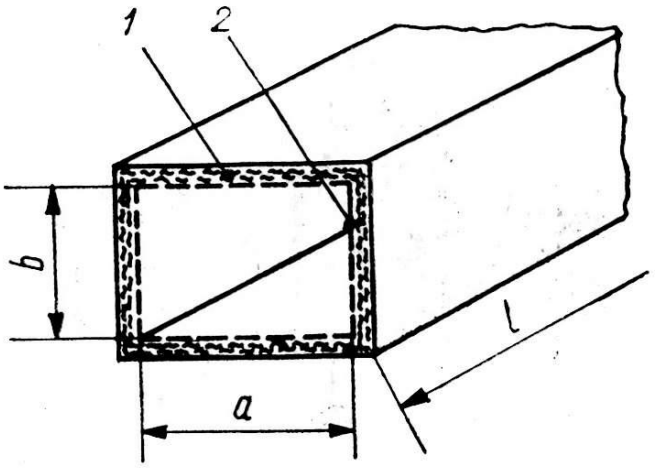



Fig. 7. Canal tratat fonoabsorbant :
1 — material fonoabsorbant; 2 — tablă zincată perforată sau plasă de sîrmă zincată.

Materialul mărunt folosit la confecţionarea şi montarea tubulaturii de ventilare se compune din : ipsos, miniu de plumb, şuruburi cu piuliţă M 6, nituri, rumeguş, clei, sîrmă galvanizată şi manşete din tablă.

## B. APARATAJE

### 1. Ventilatoare

Ventilatoarele sînt aparate cu care se realizează mărirea presiunii aerului, fiind folosite la instalaţiile de ventilare şi condiţionare a aerului. Principalele elemente ale unui ventilator sînt carcasa, rotorul şi sistemul de acţionare a rotorului.

După direcţia de curgere a aerului, ventilatoarele sînt *radiale* sau *axiale*.

La ventilatoarele centrifuge, rotorul se găseşte în carcasa ventilatorului care are forma spirală, fiind alcătuit dintr-un număr de palete asamblate pe un contur cilindric.

Cînd ventilatorul intră în funcţiune, aerul conţinut în canalele dintre palete are o mişcare de rotaţie, iar forţele care iau naştere determină dirijarea aerului din canale în interiorul carcasei în spaţiul dintre mantaua exterioară şi vîrful paletelor. În locul aerului antrenat în canale este introdus prin spaţiul cilindric al rotorului, aerul din exterior, printr-un orificiu denumit gura de aspiraţie a ventilatorului (fig. 8).

Datorită mişcării de rotaţie a ansamblului de palete, acestea determină intrarea aerului în interiorul ventilatorului pe o direcţie paralelă cu axa acestuia după care direcţia aerului se schimbă cu 90°, aerul intră în canalele dintre palete, pe conturul interior al rotorului şi curge în carcasă părăsind rotorul pe conturul exterior al acestuia.

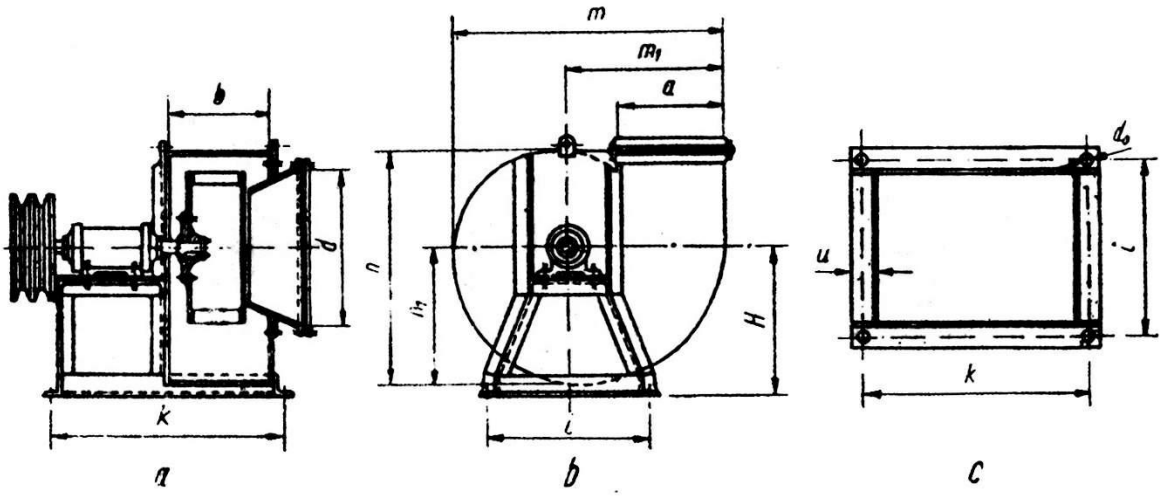



Fig. 8. Ventilator centrifugal monoaspirant :
*a* — vedere laterală; *b* — vedere din față; *c* — ramă de montaj.

În carcasa ventilatorului se colectează aerul ieşit din canalele rotorului, fiind condus către gura de refulare. Carcasa are o formă spirală, corespunzînd cu majorarea secțiunii de curgere către gura de refulare, potrivit cu creşterea continuă a volumului de aer intrat în carcasă prin canalele rotorului.

**Paletele folosite la construcțiile actuale de ventilatoare sînt de trei forme :** 1) *curbe și înclinate înainte ;* 2) *curbe și înclinate înapoi ;* 3) *radiale — înclinarea înainte sau înapoi fiind în funcție de sensul de mișcare a rotorului* (fig. 9).

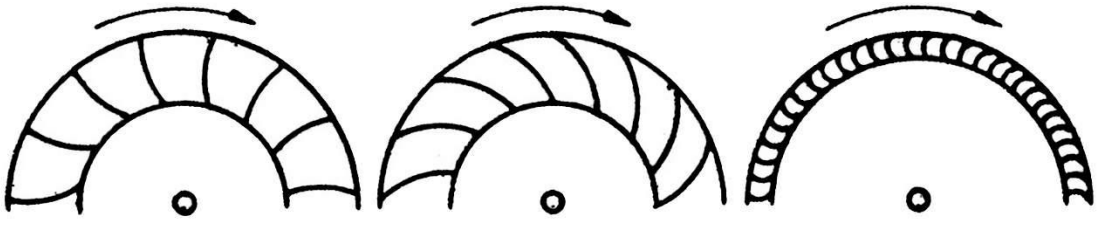


Fig. 9. Tipuri de palete pentru rotoarele ventilatoarelor centrifuge.

În instalațiile de ventilare şi condiționare a aerului se folosesc ventilatoare centrifuge monoaspirante, avînd o singură gură de aspirație (fig. 8), precum și ventilatoare centrifuge dublu aspirante (fig. 10) avînd două guri de aspirație.

**În funcție de presiunea dezvoltată ventilatoarele centrifuge se clasifică astfel :** 1) *joasă presiune* (pînă la 100 mm $H_2O$ ; 2) *medie presiune* (pînă la 300—500 mm $H_2O$) ; 3) *înaltă presiune* (pînă la 1 000 mm $H_2O$).

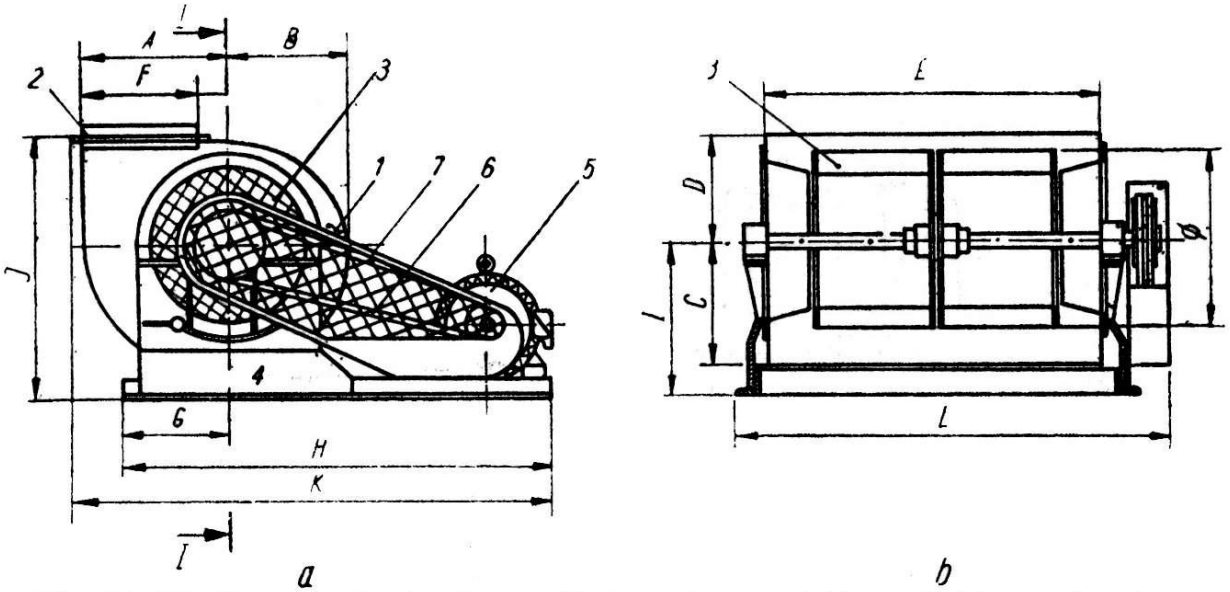



Fig. 10. Părţile principale ale ventilatoarelor centrifuge dublu aspirante :
*a* — vedere laterală; *b* — seciunea *I—I*; *1* — carcasă; 2 — contraramă; 3 — rotor; *4* — postament; 5 — motor; *6* — curea de transmisie; *7* — apărătoare.

În mod practic ventilatoarele se construiesc pentru presiuni cuprinse între 20 şi 1 000 mm $H_2O$. Dacă se depăşeşte acestă ultimă cifră, construcţia ventilatorului se modifică şi intră în domeniul altor categorii de maşini.

În diferite domenii de activitate — vehiculînd aer curat, aer încărcat cu gaze sau vapori corosivi, aer încărcat cu gaze sau vapori explozivi etc. această clasificare nu reflectă în mod ştiinţific caracteristicile constructive şi mici particularităţi hidrodinamice ale maşinii fiind stabilită arbitrar, ventilatoarele se construiesc în funcţie de aerul pe care trebuie să-l transporte. Construcţia lor poate fi obişnuită pentru aer curat, cu protecţie anticorozivă pentru aer încărcat cu agenţi corosivi, cu lagăre răcite cu apă pentru agenţi cu temperaturi ridicate etc.

Ventilatoarele centrifuge pot fi acţionate prin cuplaj direct cu motorul (fig. 11, *a*), această soluţie fiind cea mai simplă şi mai ieftină. Acest sistem se aplică în special la ventilatoarele de dimensiuni mici.

Un alt sistem folosit la ventilatoarele mari cu motoare grele este sistemul de acţionare prin roţi şi curele trapezoidale (fig. 11, *b*). Acesta este un sistem avantajos deoarece se poate modifica cu uşurinţă turaţia ventilatorului prin schimbarea diametrului roţilor în cazurile în care apar modificări în exploatare. La acest sistem de cuplaj trebuie să se dea o mare atenţie întinderii conforme a curelelor trapezoidale.

La ventilatoarele cu puteri mari acţionarea se asigură prin cuplă elastică (fig. 11, *c*). La acest sistem trebuie să se acorde o mare atenţie la montaj şi punere în funcţiune, să se asigure un montaj foarte precis pe fundaţie şi coaxialitatea între motor şi ventilator.

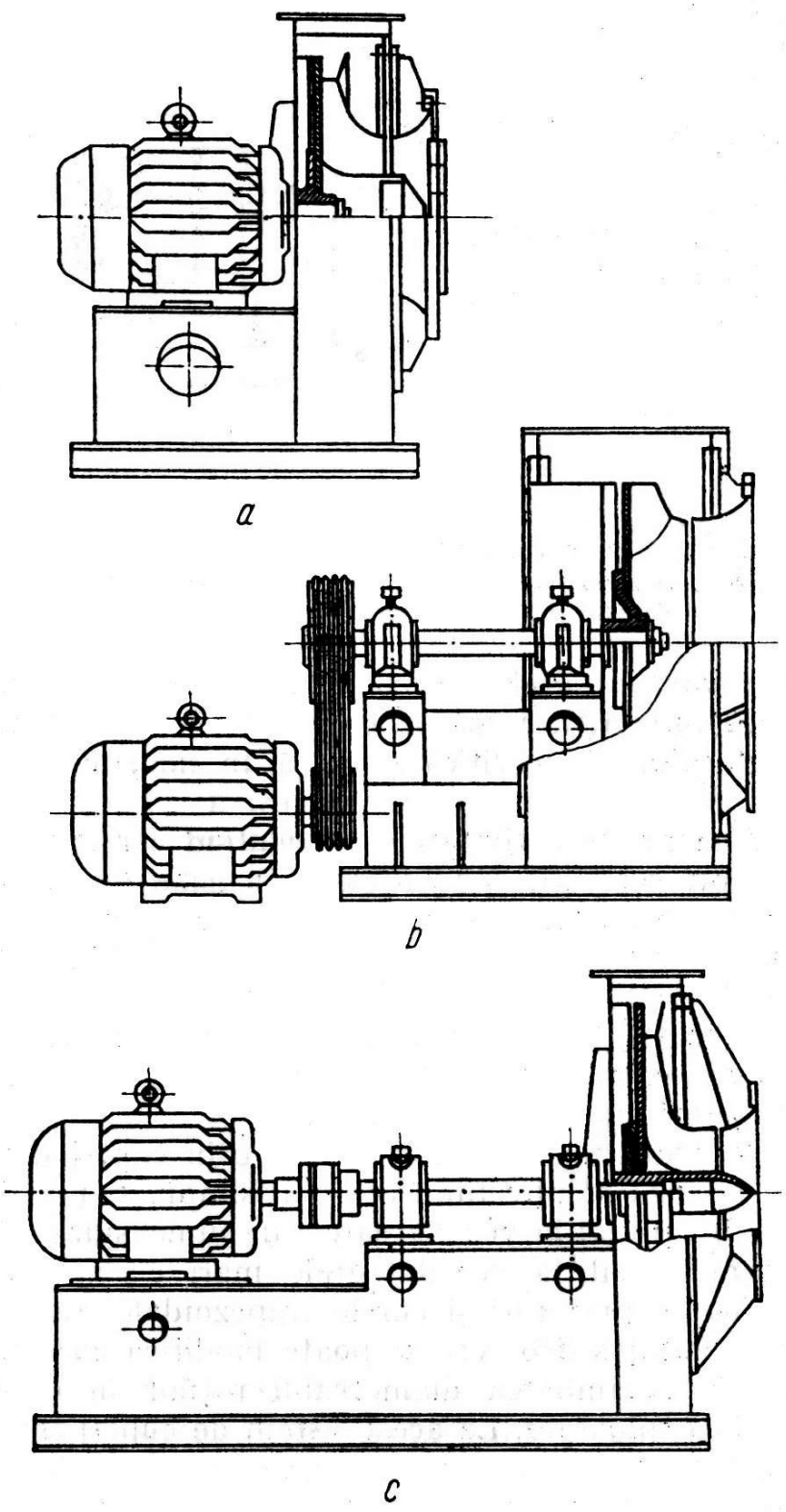



Fig. 11. Sisteme de acţionare a ventilatoarelor centrifuge.

Ventilatoarele axiale sînt maşini de turaţie mare, deplasarea aerului avînd loc prin ventilator paralel cu axa lui. Acest tip de ventilator este folosit la debite mari de aer şi la presiuni reduse.

Montarea ventilatorului pe perete (fig. 12, *a*) se face cu ajutorul inelului prevăzut la carcasă. Nu se racordează la tubulatura de ventilare.

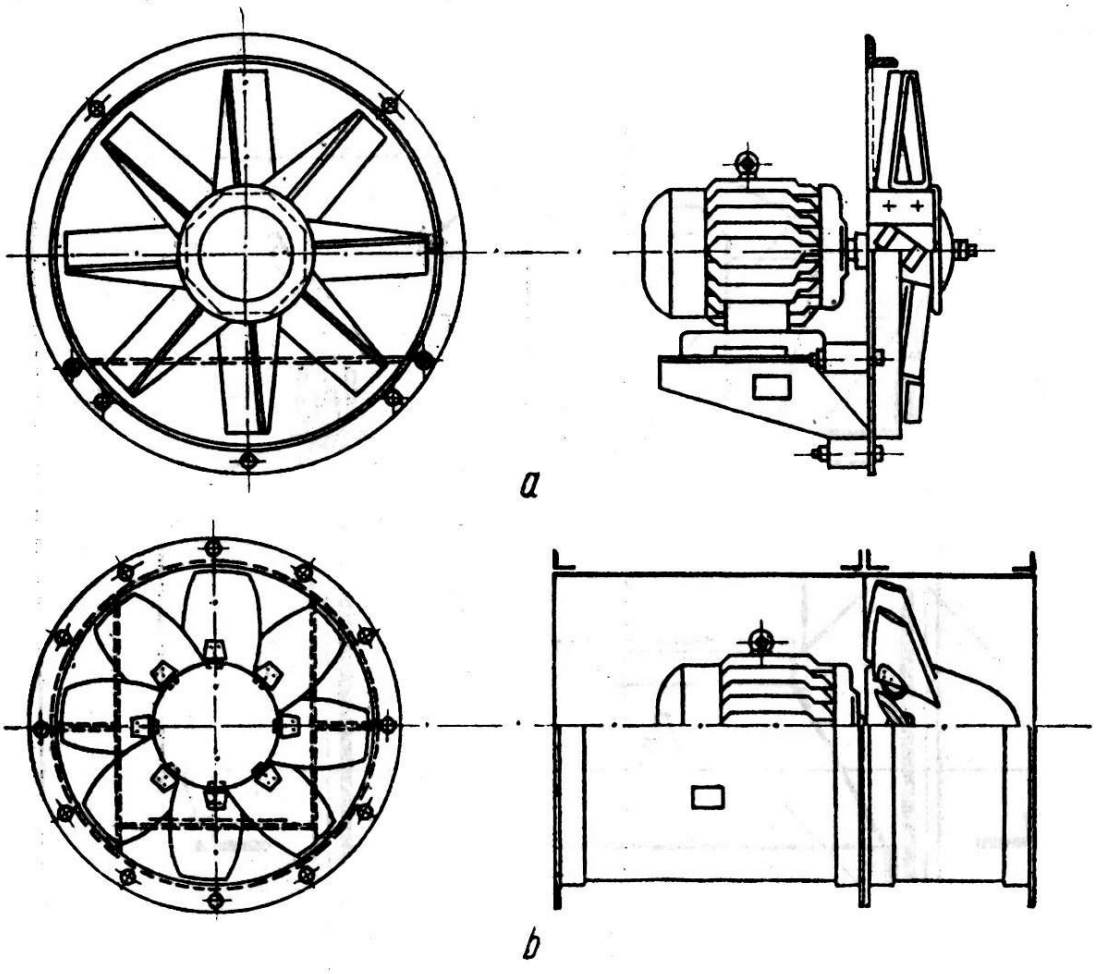



Fig. 12. Variante de ventilatoare axiale.

În figura 12, *b* este reprezentat un ventilator axial care se montează în tubulatura de ventilare înlocuind de multe ori ventilatoarele centrifuge. Acest tip de ventilator aduce o economie de spaţiu şi se folosesc din ce în ce mai mult.

Ventilatoarele centrifuge de acoperiş tip ICMA se execută în construcţie normală fiind utilizate pentru evacuarea în atmosferă a aerului sau gazelor neutre din partea superioară a halelor industriale. Aceste tipuri de ventilatoare VLA 6 şi VLA 7 se execută în două mărimi, în funcţie de dimensiunile rotorului şi pot fi echipate cu motoare electrice flauşate sau cu tălpi.

**Ventilatoarele centrifuge de acoperiş au forma din figura 13 şi se compun din următoarele părţi principale :** 1 — *conul de aspiraţie*

confecţionat din tablă, prevăzut la partea inferioară cu o ramă cu 8 găuri care servesc la fixarea pe acoperiş a ventilatorului ; 2 — *montanţii sudaţi de rama gurii de aspiraţie* cu ajutorul cărora sînt susţinute celelalte părţi componente ale ventilatorului ; 3 — *caroseria de protecţie* executată din tablă de aluminiu ; 4 — *placa de sprijin a motorului electric ;* 5 — *motorul electric ;* 6 — *rotorul centrifug cu palete ;* 7 — *apărătoarea (carcasa ventilatorului).*

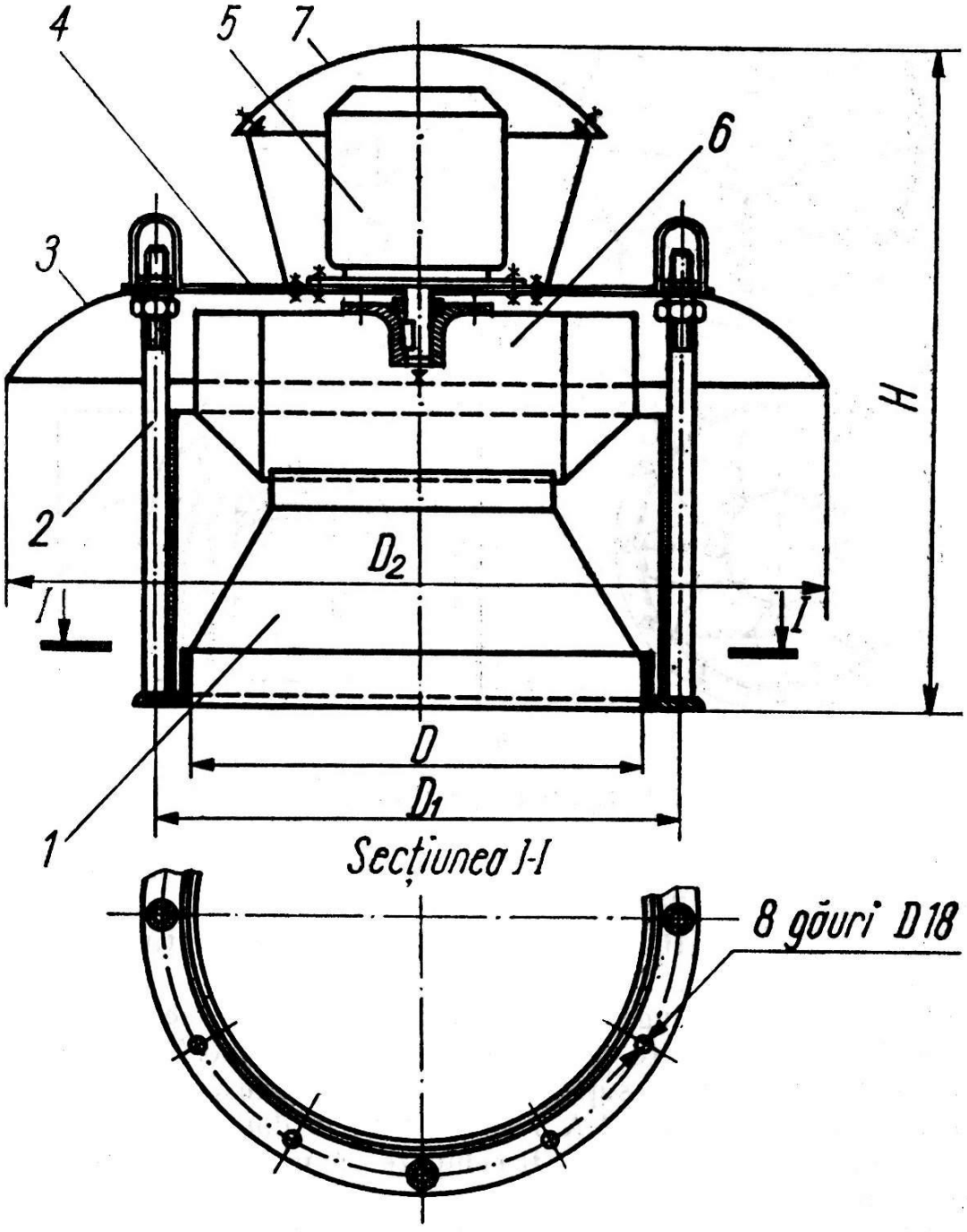



Fig. 13. Ventilator centrifug de acoperiş.

Ventilatoarele axiale seria VAFT pentru montat în cot (fig. 14) tip ICMA se folosesc la evacuarea gazelor nocive din clădiri, hale industriale, cantine, spălătorii etc.

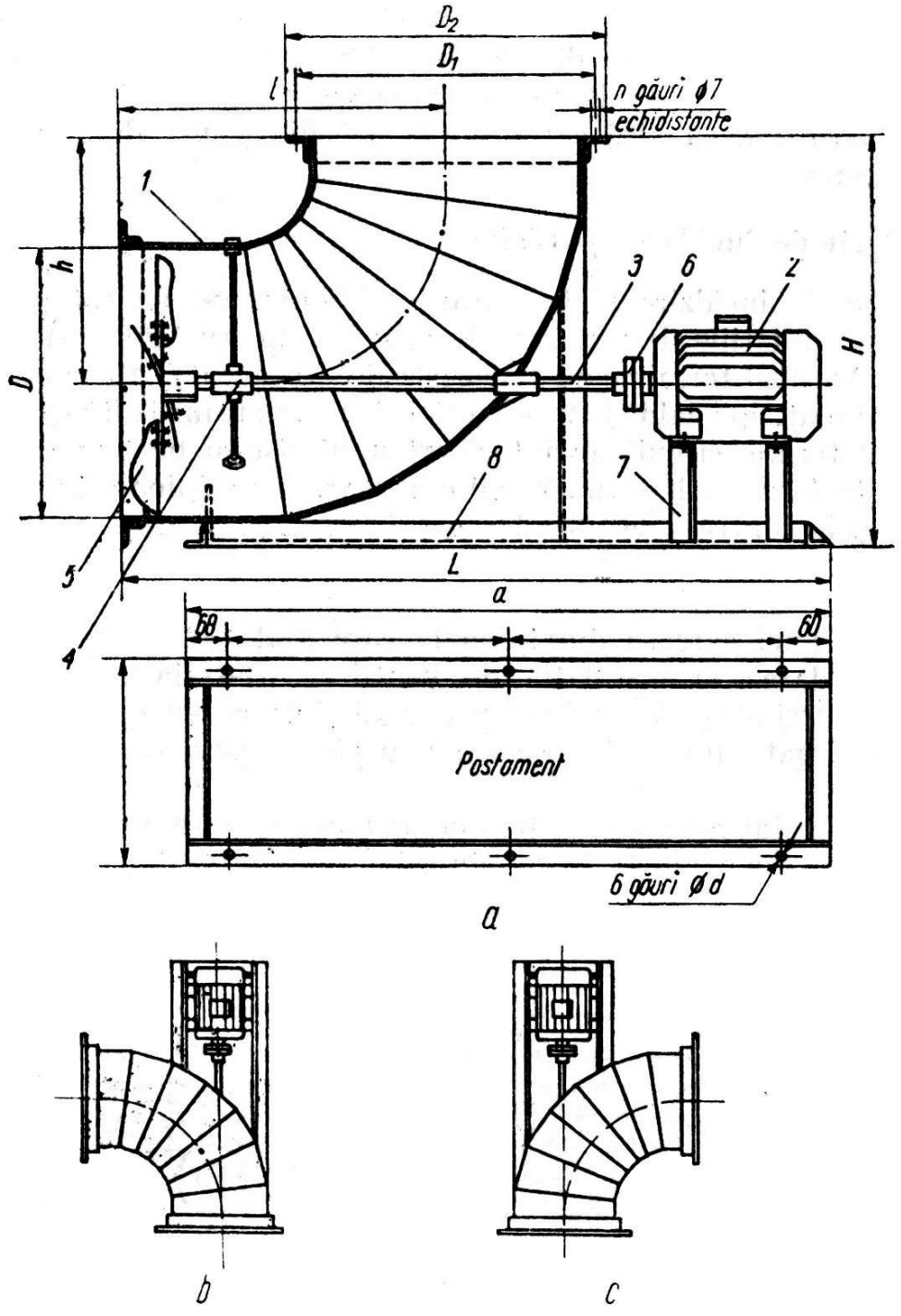



Fig. 14. Forma și părțile principale ale ventilatoarelor axiale pentru montat în cot:

*a* — cot vertical (*CV*); *b* — cot orizontal stînga (*COS*); *c* — cot orizontal dreapta (*COD*); *1* — carcasă; 2 — motor; 3 — ax de cuplare motor-ventilator; *4* — suportul axului; 5 — palete; *6* — cuplaj elastic; *7* — postamentul motorului; *8* — șasiul ventilatorului.

În instalaţiile de ventilare, o problemă deosebit de importantă o reprezintă alegerea ventilatorului.

Criteriile care trebuie să stea la baza alegerii ventilatorului sînt multiple şi în general fabricile producătoare sînt obligate a prezenta în cataloage date asupra caracteristicilor ventilatoarelor ca : presiune, debit, greutate, turaţie, puterea motorului, dimensiuni, domeniul de utilizare, gradul de silenţiozitate etc. Aceste criterii sînt necesare proiectanţilor pentru stabilirea ventilatorului care să corespundă atît din punct de vedere tehnic, cît şi economic.

## 2. Baterii de încălzire şi răcire

Bateriile de încălzire sînt aparate schimbătoare de căldură care se folosesc în instalaţiile de ventilare în scopul ridicării temperaturii aerului vehiculat. Agentul termic care cedează căldura poate fi aburul la presiuni de 0,15—7,00 at, apa caldă la 95—75°C, ori apa supraîncălzită la 150—70°C.

Agentul termic circulă în interiorul unui sistem de ţevi cu aripioare din care este formată bateria. Aerul curge printre aripioare într-o mişcare paralelă sau în contracurent fiind cea mai avantajoasă din punct de vedere termic.

Ansamblul de ţevi şi aripioare care formează bateria sînt montate în interiorul unei carcase din tablă la care sînt prevăzute două flanşe pentru racordarea la instalaţia de ventilare. Bateria de încălzire are montat un distribuitor la partea superioară şi un colector la partea inferioară avînd legate între ele ţevile cu aripioare prin care trece agentul încălzitor.

Aripioarele sînt montate pe ţevi pentru a se asigura o suprafaţă mărită de încălzire ; ele se confecţionează din tablă, se montează pe ţevile bateriei, asigurîndu-se un contact intim între aripioare şi ţeavă, şi un randament optim bateriei. Aripioarele pot fi dreptunghiulare sau rotunde. Cele

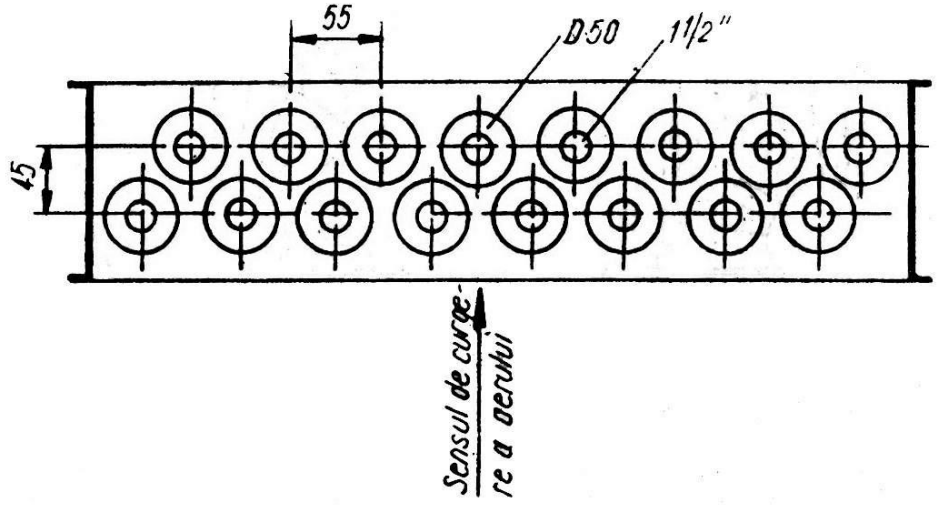



Fig. 15. Baterie cu două rînduri de ţevi cu aripioare rotunde.

rotunde pot fi lise, gofrate sau înfăşurate în formă de spirală. Ţevile cu aripioare sînt montate în carcasa bateriei între distribuitor şi colector formînd mai multe rînduri paralele în adîncime sau în eşichier (fig. 15).

Fabricile producătoare de baterii de încălzire folosesc pentru ţevi dimensiunile de 3/8″, 1/2″, 3/4″ sau 1″ cu distanţa între axele ţevilor de 25—75 mm (fig. 16).

Aripioarele montate pe aceeaşi ţeavă trebuie să aibe distanţa între ele de 2—6 mm spaţiu necesar circulaţiei aerului.

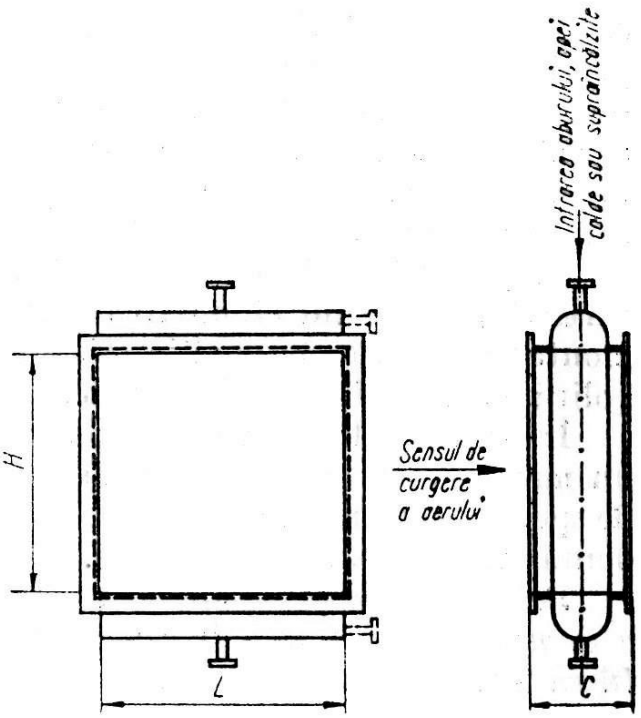


Fig. 16. Baterie de încălzire.

Bateriile de încălzire pot fi executate cu distribuitorul şi colectorul cu unul sau mai multe compartimente. În figura 17, *a* agentul încălzitor trece numai odată prin faţa aerului, iar în fig. 17, *b*, *c* agen-

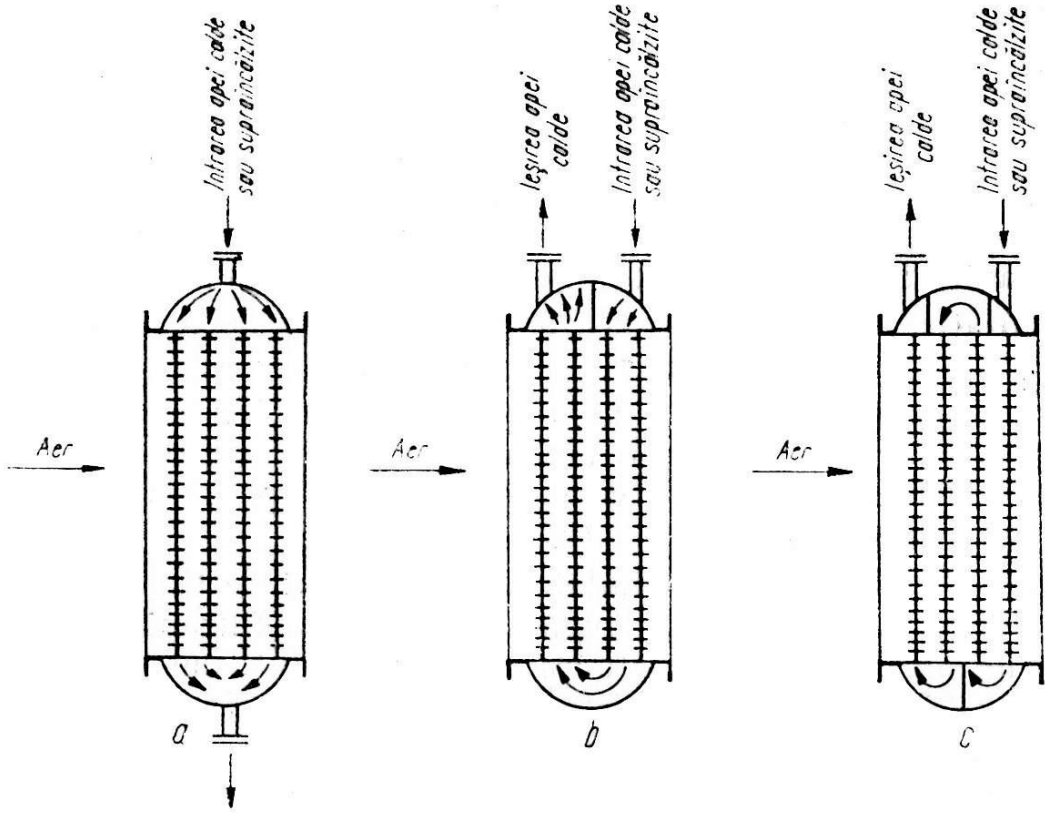


Fig. 17. Baterie cu una sau mai multe treceri ale fluidului încălzitor :
*a* — baterie cu o trecere pentru apă sau abur; *b* — baterie cu două treceri pentru apă; *c* — baterie cu trei treceri pentru apă.

tul trece de două şi respectiv de trei ori prin faţa aerului datorită compartimentării distribuitorului şi colectorului. Pentru asigurarea unei funcţionări corespunzătoare a unei baterii este necesar ca întreaga suprafaţă a bateriei să participe la schimbul de căldură dintre fluid şi aer. În acest scop este necesar să se asigure din fabrică un contact intim între ţevi şi aripioare.

În general, bateriile se montează cu ţevile de încălzire în poziţie verticală, asigurînd eliminarea aerului din ţevi. În cazul în care se cere montarea bateriei în poziţie orizontală trebuie să se asigure posibilitatea golirii bateriei în caz de nevoie.

În instalaţiile de condiţionare a aerului unde trebuie să se asigure un microclimat corespunzător şi în anotimpul de vară, în special la sălile de spectacol, întregul sistem este racordat la o instalaţie frigorifică, bateriile denumindu-se baterii de răcire.

*Bateriile care fac parte din ansamblul unei instalaţii de condiţionare a aerului funcţionează atît cu agent termic, cît şi cu agent frigorific. Acest lucru depinde de anotimpul de funcţionare.*

### 3. Filtre, separatoare de praf

Majoritatea instalaţiilor de condiţionare a aerului folosesc filtre de praf pentru curăţirea aerului.

Aerul care trebuie curăţit poate fi din interiorul halelor, aer proaspăt sau aer de recirculaţie.

Din motive igienice, obligaţii tehnologice, colmatarea cu praf a bateriilor etc., curăţirea aerului de praf este obligatorie.

Tipurile constructive ale aparatelor diferă în funcţie de natura prafului, de cantitatea de praf conţinută în aer şi de gradul de curăţire dorit.

La curăţirea aerului în industrie se folosesc separatoare de praf, deoarece praful industrial prezintă fenomene fizice şi chimice deosebite.

Operaţia de filtrare se realizează datorită trecerii aerului printr-un strat poros. Separarea prafului din aer se produce pe baza unor efecte mecanice care fac ca particulele mari să rămînă pe suprafaţa filtrului, iar particulele mici în porii filtrului.

Filtrele de praf din celule îmbibate cu ulei sînt de tip static cu masă poroasă şi celule recuperabile după spălare. Masa filtrantă poate fi din straturi de site sau din foi metalice perforate, plane, cutate, îndoite sau ondulate, pîslă din vată de sticlă, păr de animale, inele etc. (fig. 18).

În celule se introduce masa filtrantă de grosimea 10—100 mm şi cu un gabarit standardizat de 500 × 500 mm, iar înainte de montare celulele se introduc într-o baie de ulei mineral, se lasă să se scurgă uleiul după care se montează în stelaje.

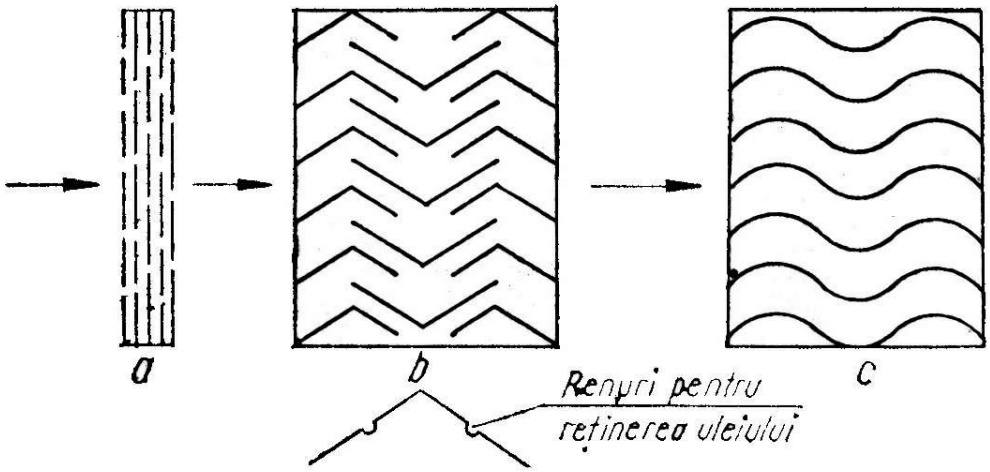



Fig. 18. Straturi din site sau table perforate pentru celule filtrante îmbibate în ulei :
*a* — plane; *b* — îndoite; *c* — ondulate.

**Celulele pot fi montate în diferite moduri în funcție de spațiul disponibil :** 1) *în plan* (fig. 19, *a*) ; 2) *în piramidă* (fig. 19, *b*) ; 3) *în* V (fig. 19, *c* și fig. 20) ; 4) *în sertare* (fig. 21). Filtrele de praf cu celule uscate sînt cu masă poroasă cu portiurile fine și cu celule recuperabile prin spălarea sau suflarea cu aer comprimat (fig. 22).

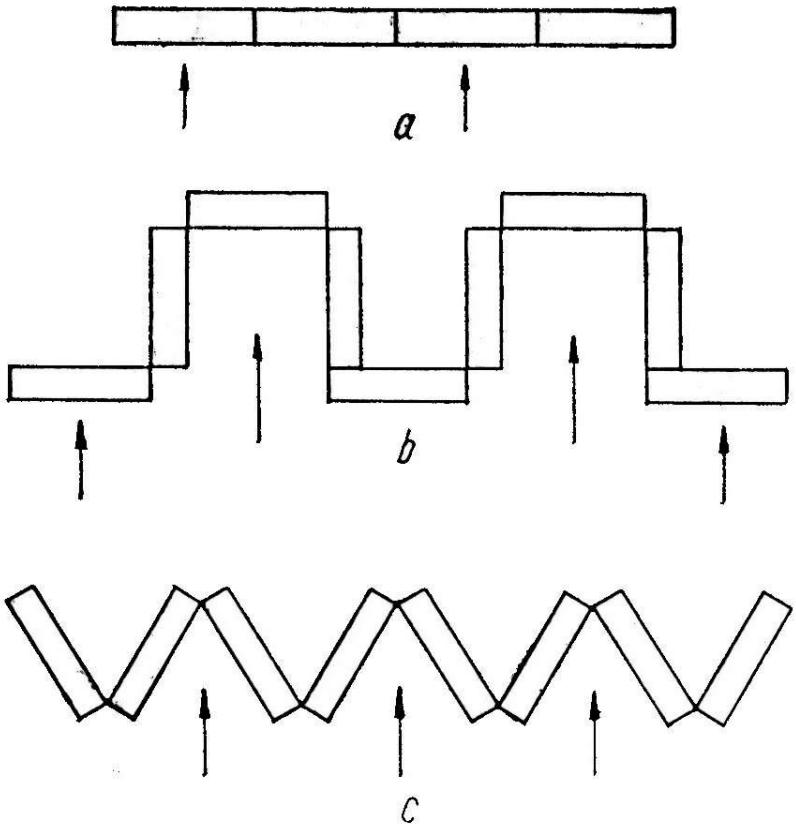



Fig. 19. Diferite moduri de montare a celulelor filtrante.

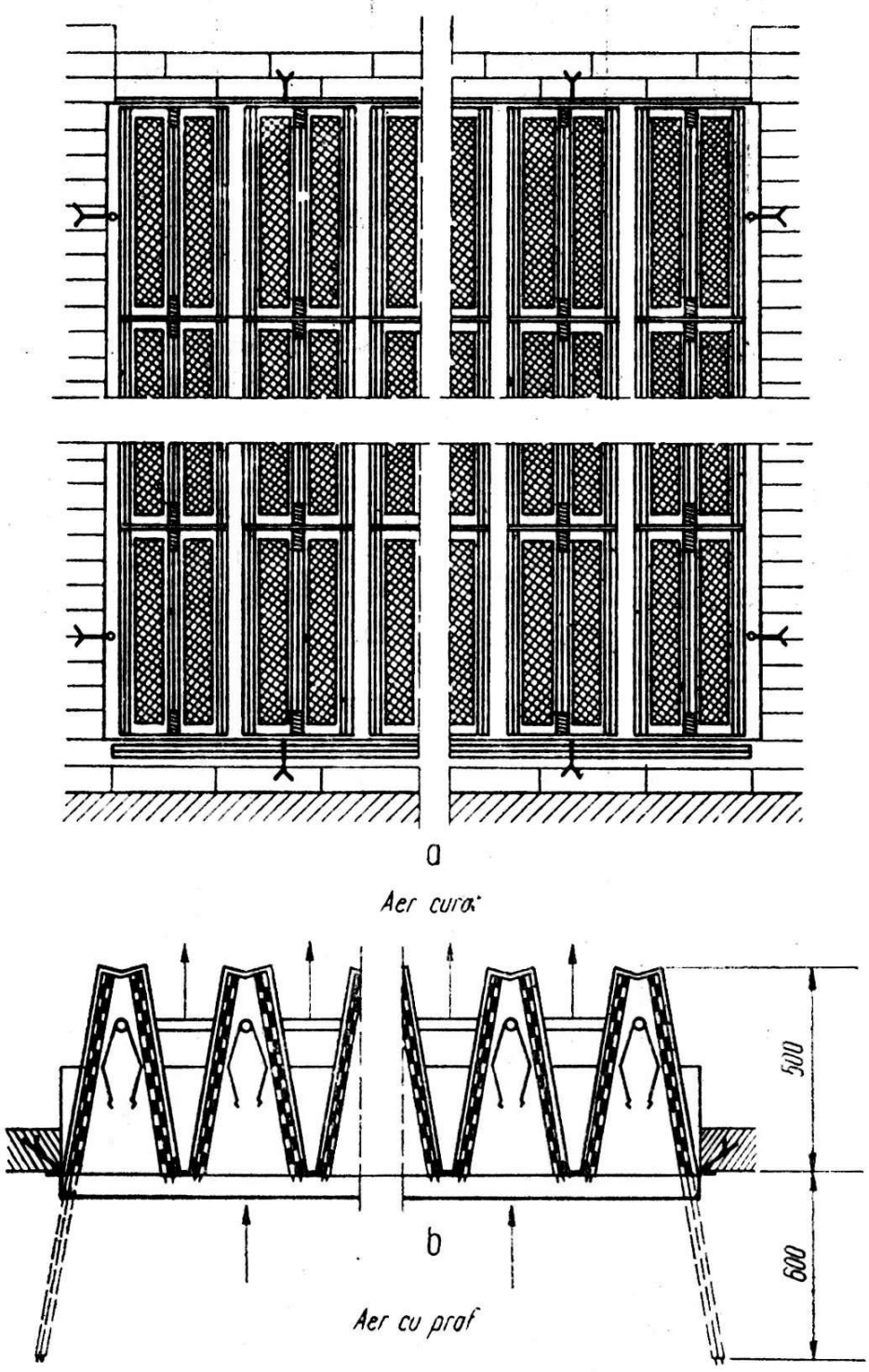



Fig. 20. Montarea celulelor în V :
*a* — vedere din față; *b* — secțiune.

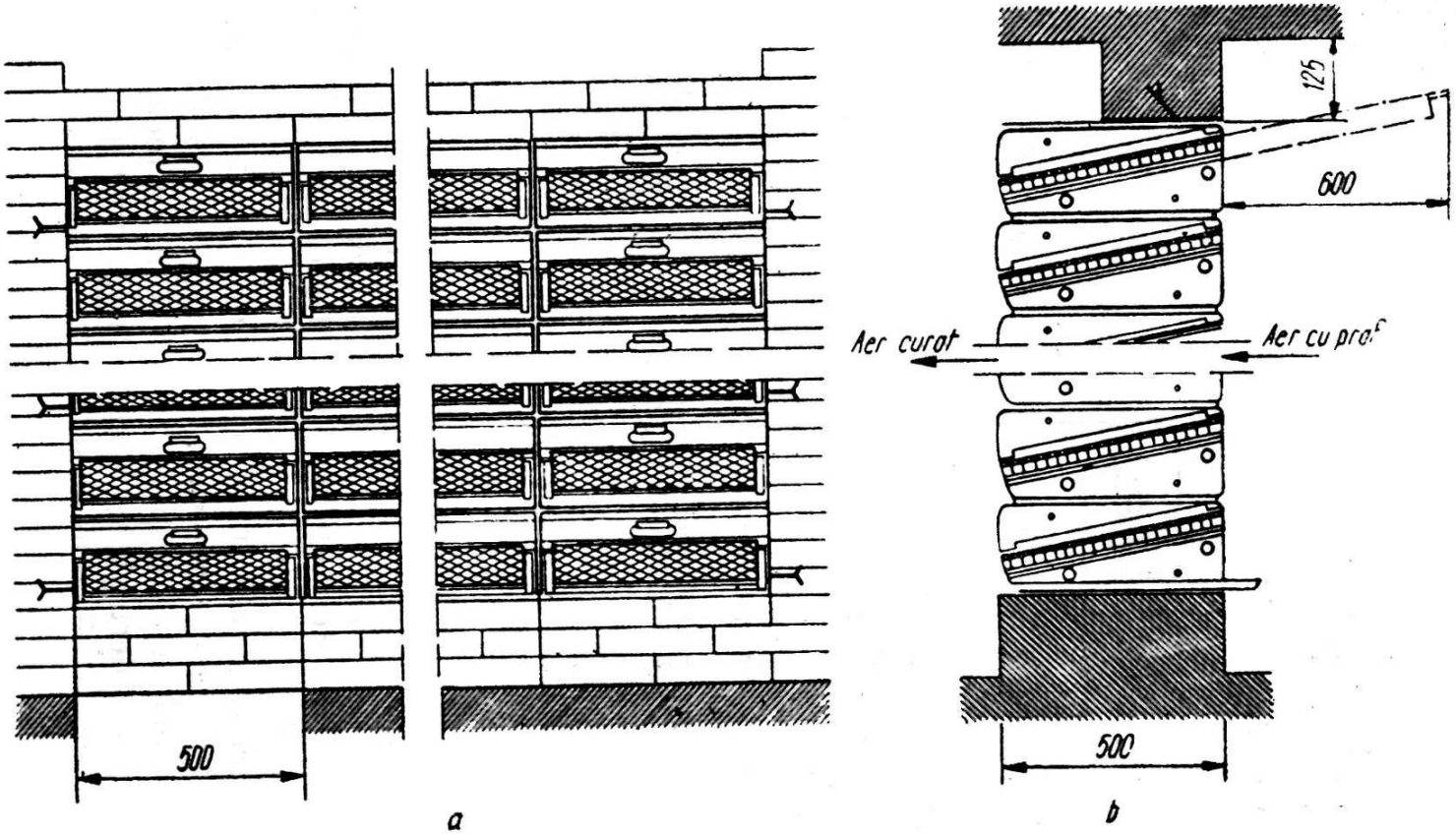



Fig. 21. Montarea celulelor în sertare :
*a* — vedere din față; *b* — secțiune.

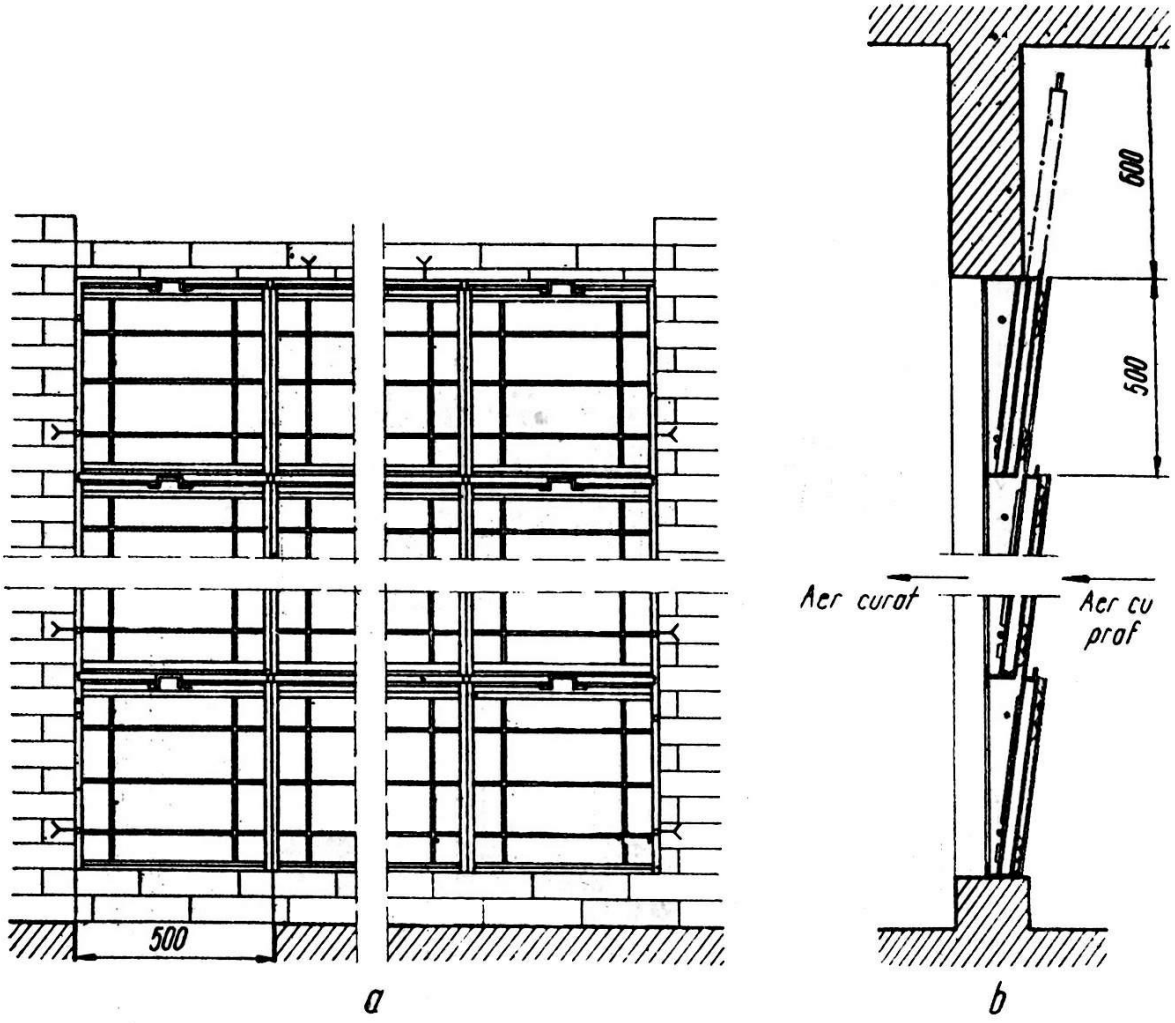



Fig. 22. Stelaj cu celule filtrante uscate :
*a* — vedere din față; *b* — secțiune.

Filtrele de praf cu funcționare mecanică sînt filtre autocurățitoare (fig. 23), datorită deplasării lente a perdelei filtrante prin bazinul de ulei, celulele cu praf rămîn în bazinul cu ulei o perioadă de timp suficientă pentru a fi curățite. Periodic trebuie ca praful decantat pe fundul bazinului să fie evacuat.

Filtrele cu bandă continuă funcționează mecanizat (fig. 24) avînd o bandă continuă din pîslă filtrantă cu grosime de 40—65 mm uscată sau impregnată în ulei. Această pîslă filtrantă nu se recuperează. După ce ruloul cu pîslă a fost derulat, se înlocuiește cu unul nou. Banda de pe bobină are o lungime de 50,00 m și se consumă în circa 3 luni.

Mișcarea filtrelor cu acționare mecanică se asigură printr-o instalație specială de acționare.

Tipurile de filtre se stabilesc de către proiectanți în funcție de gradul de separare dorit. În halele industriale cu degajări de praf și fum alegerea

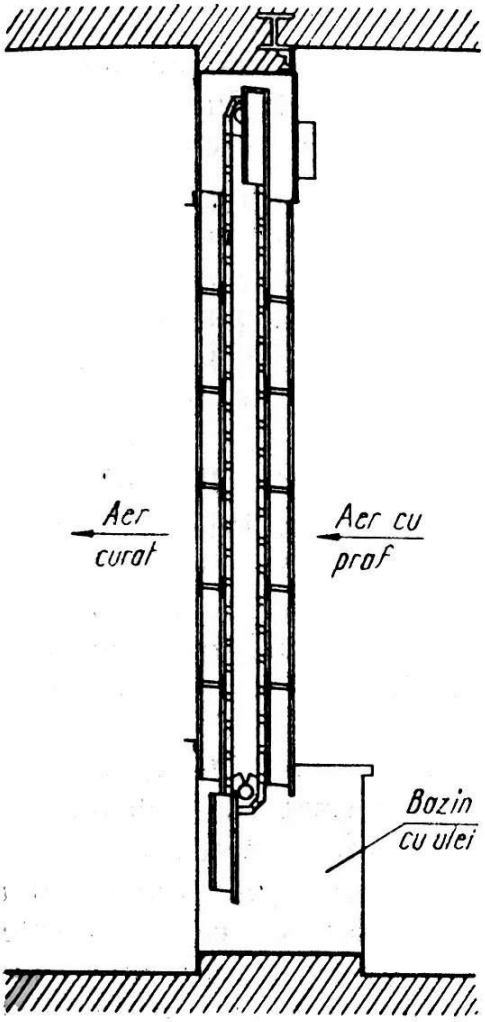



Fig. 23. Filtru autocurățitor

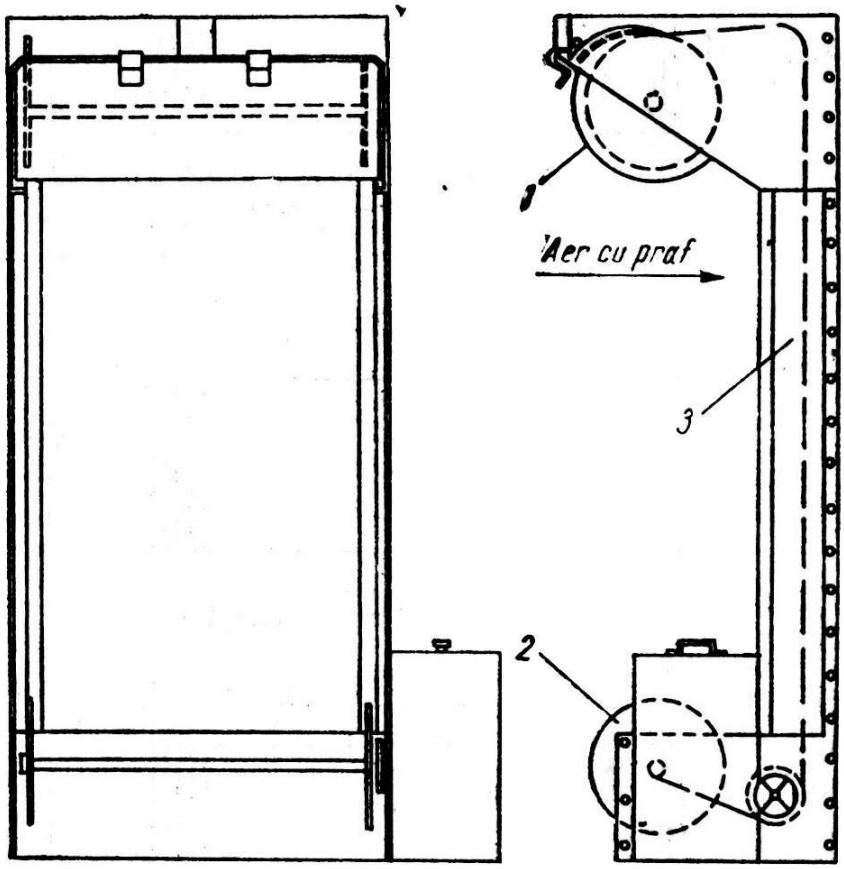


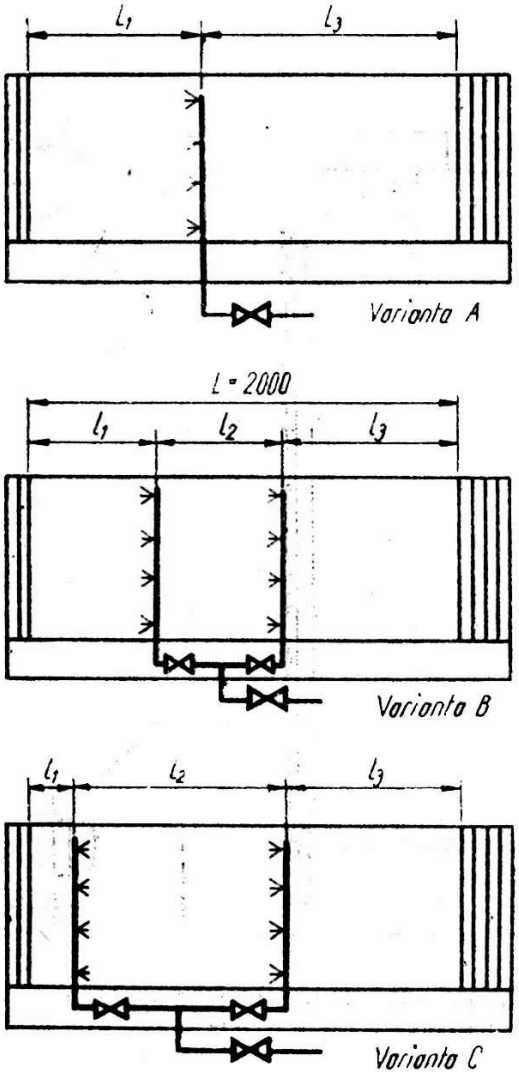

Fig. 24. Filtru cu bandă continuă :
1 — rolă cu material filtrant curat; 2 — rolă cu material filtrant colmatat; 3 — bandă de material filtrant.

unui filtru cu un grad de separare foarte înalt nu este economic. La spitale, în ateliere de mecanică fină, în halele de produse alimentare și farmaceutice este necesar să se asigure un grad înalt de separare a particulelor f ne chiar dacă instalația de filtrare este mai scumpă.

Racordarea filtrului la instalația de condiționare trebuie făcută cu multă atenție pentru asigurarea unei etanșeități perfecte care să împiedice introducerea aerului cu praf pe lîngă filtru.

### 4. Umidificatoare, separatoare de picături

Camerele de umidificare sînt aparate care se utilizează în instalațiile de condiționare a aerului în scopul tratării aerului potrivit unui proces adiabatic prin trecerea acestuia printr-o ploaie fină de apă. Concomitent se obține schimbarea stării aerului și purificarea lui.




| Varianta | Lungimea | | | | Cota m fig 26 |
|---|---|---|---|---|---|
| | $l_1$ | $l_2$ | $l_3$ | Totală | |
| A | 800 | — | 1200 (800) | 2000 (1800) | 700 |
| B | 600 | 600 | 800 | 2000 | 1150 |
| C | 200 | 1000 | 800 | 2000 | 950 |

Fig. 25. Modul de amplasare a cadrelor de pulverizare.

Camerele de umidificare se execută în 10 mărimi, fiecare mărime avînd 3 variante în funcţie de direcţia de mişcare a apei faţă de mişcarea aerului.

Modul de amplasare a cadrelor de pulverizare este indicat în figura 25. Camerele de umidificare se execută din tablă zincată fiind, rigidizate cu rame din profil cornier 50 ×50 ×5, bazinul din tablă neagră de 4 mm grosime, iar cadrele de pulverizare din ţeavă zincată.

**Camerele de umidificare sînt de două categorii :**

1) *Camere de tratare*, în care aerul este umidificat de apa pulverizată sub forma unor picături mici
2) *Camere de umplutură*, în care apa pulverizată sau deversată din jghiaburi trece printr-un strat format de obicei din inele ceramice, care măreşte suprafaţa de schimb de căldură, cum şi durata de contact dintre aer şi apă

Separatoarele de picături sînt prevăzute la camerele de umidificare în scopul opririi transportului picăturilor de apă care au servit la umidificarea aerului (fig. 26).

Separarea aerului de picăturile de apă se realizează trecînd aerul printr-o serie de şicane montate în acest scop. La schimbarea direcţiei de mişcare a aerului, picăturile de apă se lovesc de pereţii separatorului şi se scurg în jos părăsind curentul de aer. Lamelele separatorului de picături se execută din tablă zincată şi se montează într-o ramă metalică.

Toate aparatajele descrise anterior (ventilatoare, baterii de încălzire, filtre, separatoare, camere de umidificare etc.) împreună şi cu elementele de construcţie aferente alcătuiesc centrale *de condiţionare a aerului* (fig. 28).

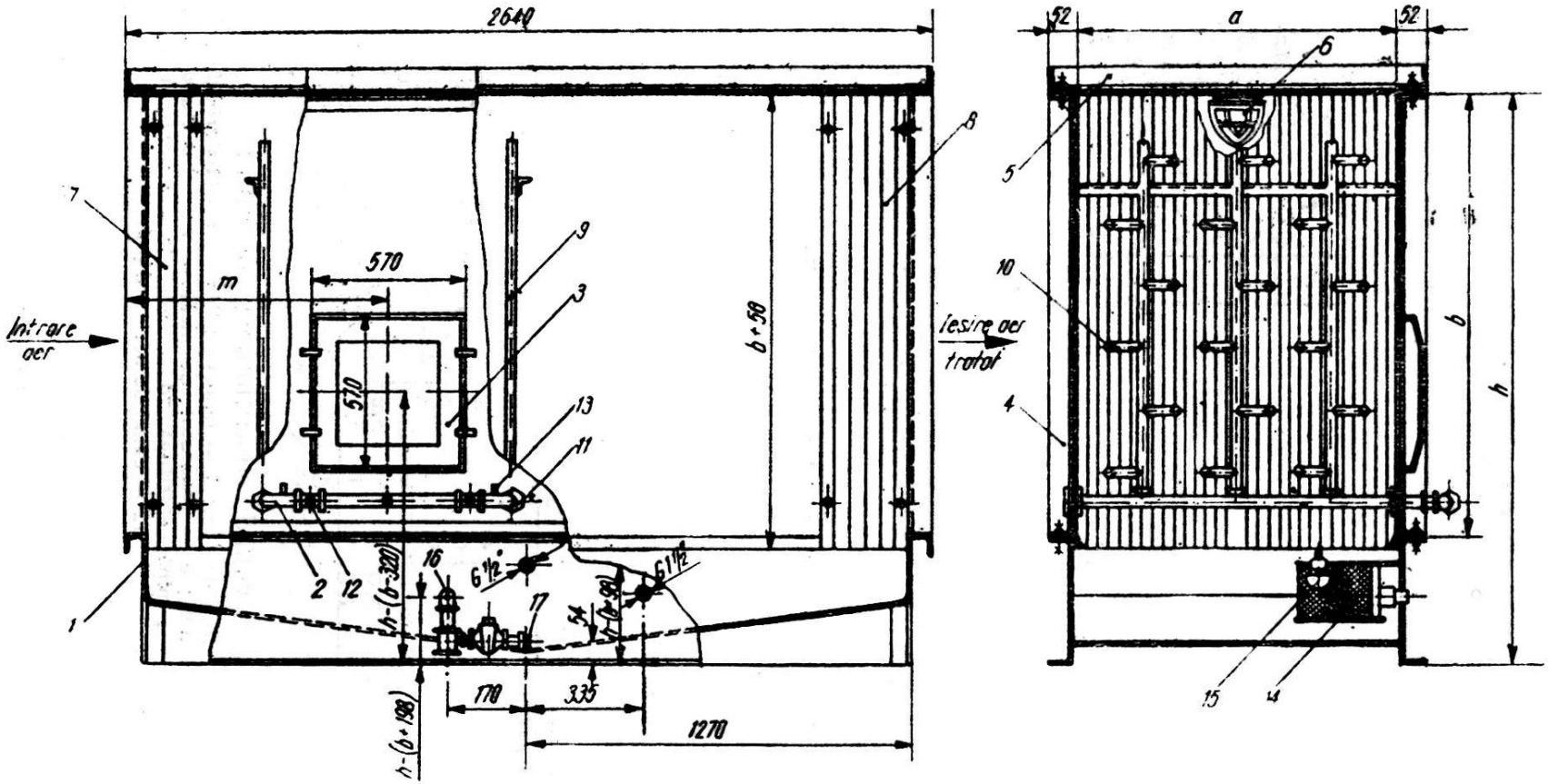



Fig. 26. Părţile componente ale camerelor de umidificare tip ICMA :

*1* — bazin; *2* — perete lateral faţă; *3* — uşă de vizitare; *4* — perete lateral spate; *5* — capac; *6* — lampă etanşă; *7* — separator de picături la intrare; *8* — separator de picături la ieşire; *9* — cadru de pulverizare; *10* — pulverizator; *11* — instalaţie de racordare a pompei; *12* — robinet cu cep; *13* — ştuţ pentru manometru; *14* — sorb; *15* — robinet cu plutitor; *16* — ştuţ preaplin; *17* — ştuţ de golire.

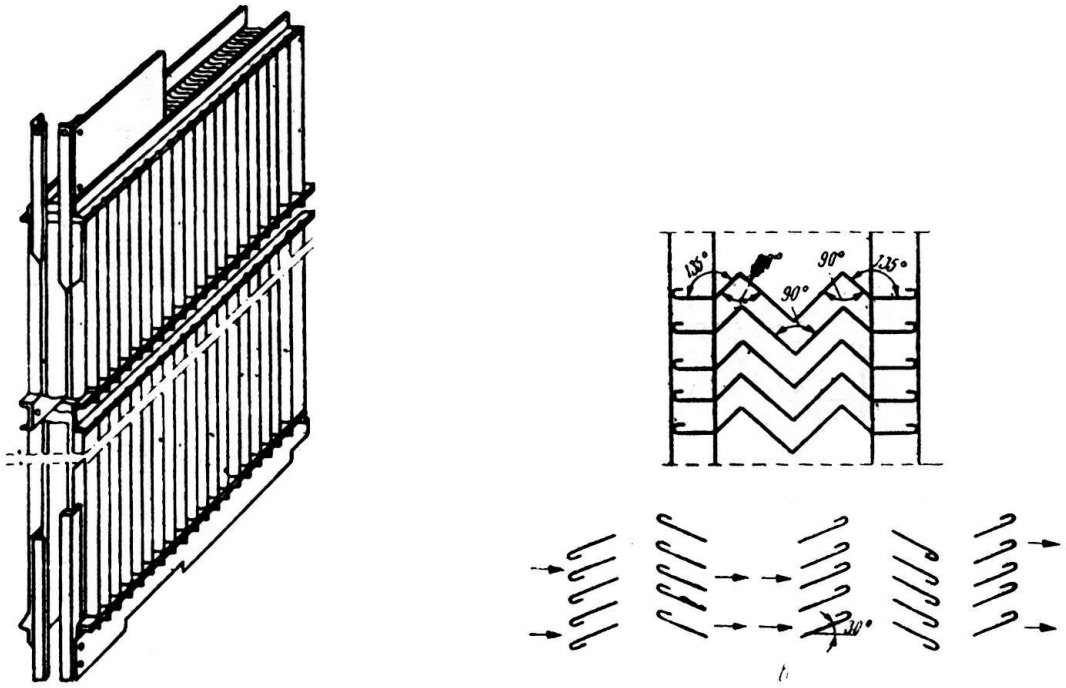



Fig. 27. Separatoare de picături.

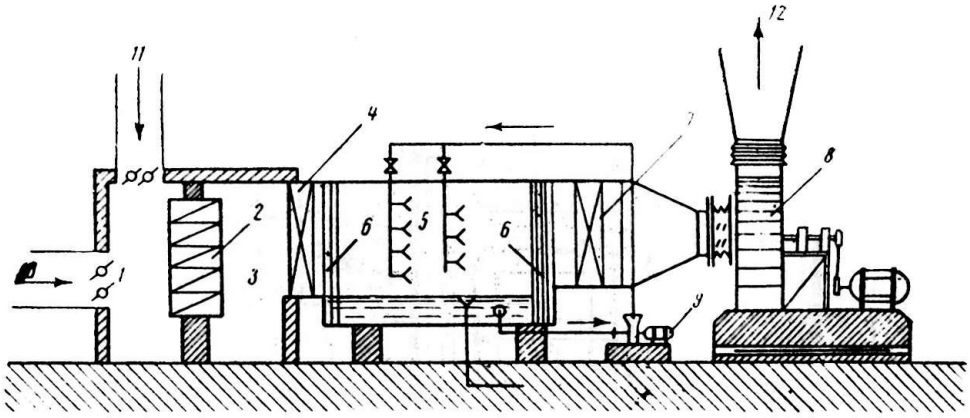



Fig. 28. Centrală de condiţionare a aerului :

*1* — cameră de amestec; *2* — filtru de praf; *3* — camera filtrului; *4* — baterie de pulverizare; *5* — cameră de pulverizare a apei; *6* — separatori de picături; *7* — bateria de reîncălzire a aerului; *8* — ventilator; *9* — pompă centrifugă; *10* — canal de aer proaspăt; *11* — canal de aer recirculat; *12* — canal de aer condiţionat.

Aceste instalaţii şi aparataje asigură parametrii necesari realizării unui microclimat într-o sală de spectacol, expoziţie, sală de conferinţe, spitale etc.

## 5. Aparataje de automatizare

Aparatajele au un rol foarte important în instalațiile de ventilare, pentru asigurarea parametrilor necesari condițiilor optime de microclimat.

În continuare se vor arăta aparatele cele mai uzuale care participă la procesul de climatizare într-o instalație.

*Detectoarele de temperatură* sînt aparate cu acționare mecanică prin dilatarea unui corp solid, cu acțiune mecanică prin dilatarea sau evaporarea unui fluid, cu acțiune electrică etc. (fig. 29).

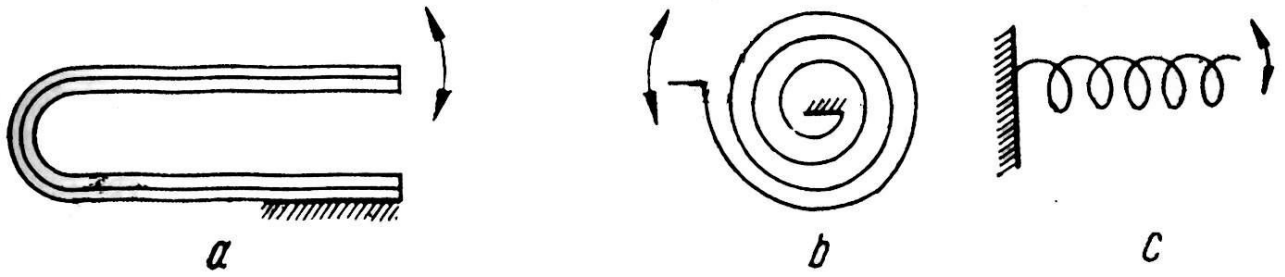



Fig. 29. Diverse forme de elemente sensibile bimetalice :
*a* — U; *b* — spirală; *c* — elice.

*Termostatele sau presostatele* au o mare varietate ca execuție, deși ca aspect au aceiași formă.

*Termostatul cu burduf și vapori* este un sistem robust simplu și foarte sensibil (fig. 30 și 31).

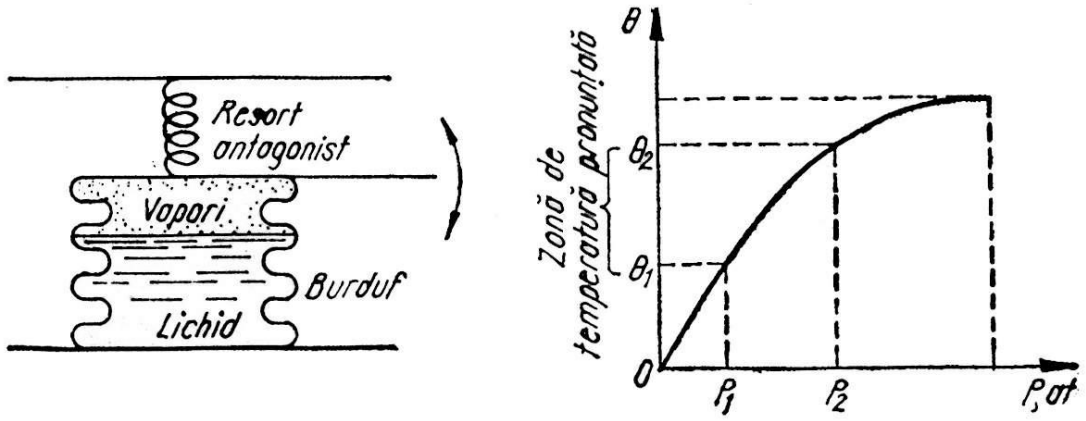



Fig. 30. Termostat cu burduf și vapori.

*Detectoarele de umiditate* au rolul de a determina starea higrometrică relativă dintr-un spațiu, la anumită temperatură. Aceste aparate se numesc *higrostate* sau *umidostate* și cu ajutorul lor se realizează reglajul instalațiilor de ventilare. Ca elemente sensibile se folosesc materialele care sub influența umidității au alungiri specifice mari (păr de femeie, benzi de nylon sau

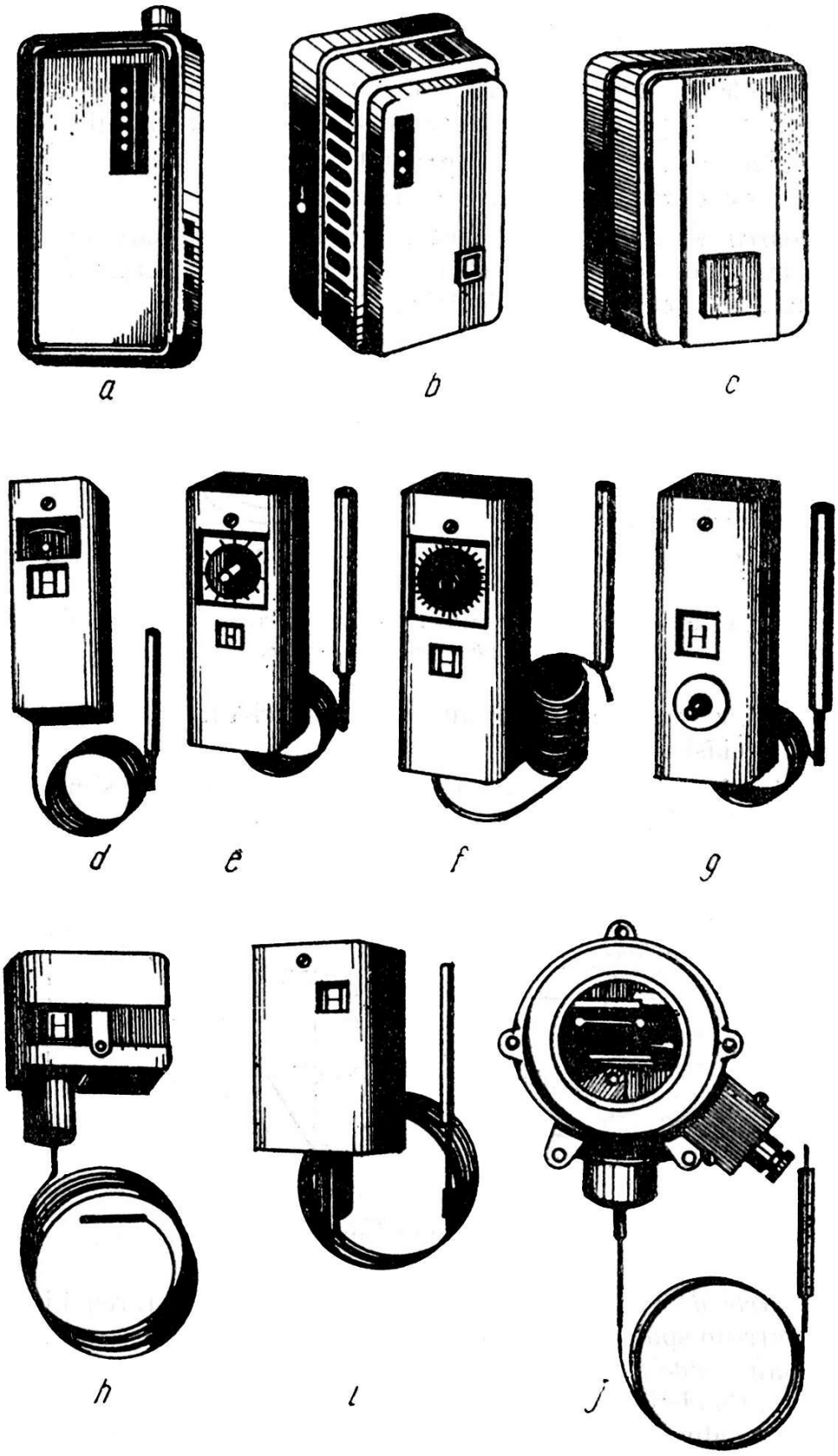



Fig. 31. Termostate de uz curent :
*a, j* — fabricație Sauter; *b, c, d, e, f, g, h, i* — fabricație Honeywell.

fire textile); cu ajutorul unor pîrghii care multiplică mișcarea, aceste materiale închid sau deschid un contact sau fac să alunece pe un potențiometru un cursor. În figura 32 se reprezintă un higrostat cu păr unde elementul sensibil (părul) este închis într-o teacă perforată.

Reglajul unei instalații de climatizare are un rol foarte important în asigurarea parametrilor necesari unei bune funcționări a instalației de ventilare. În acest scop este necesar ca întreaga aparatură cu care este dotată o instalație să fie reglată făcînd cîteva probe funcționale înainte de punere în funcțiune. La aceste probe este necesar să participe proiectantul și beneficiarul, împreună cu personalul care va exploata centrala de condiționare.

La punerea în funcțiune este necesar să se facă un instructaj de către proiectant și executant personalului care va exploata instalația de condiționare a aerului, punîndu-le la dispoziție toate schemele și datele necesare unei bune funcționări.

Toate operațiile care comportă o reglare corectă a instalațiilor de ventilare și mai ales de condiționare a aerului se găsesc prezentate pe larg în cap. VIII.

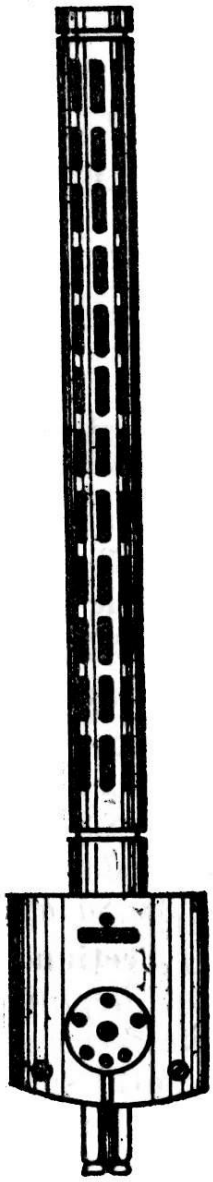


**Fig. 32.** Higrostat cu păr de fabricație Sauter.

CAPITOLUL III

# ELEMENTELE CONDUCTELOR DE AER

## A. CANALE DE AER

Transportul aerului în instalațiile de ventilare și condiționare se realizează prin canalele sau conductele de aer, elemente a căror formă, construcție și material component sînt alese în funcție de scopul și tipul instalației.

**Canalele de aer trebuie să răspundă unor cerințe impuse de execuție :**

1) *Suprafețele interioare să fie netede, să nu adune praful și să fie ușor de curățit*
2) *Să fie durabile, rezistente la uzură, nehigroscopice, rezistente la foc, stabile față de acizi și fonoizolatoare*
3) *Să aibe greutate redusă*

**Secțiunea acestor canale de aer poate avea formă** *circulară, pătrată* sau *dreptunghiulară*, iar în cazuri speciale, cînd situația locală o cere, *alte forme geometrice* avînd în vedere condițiile de funcționare, locul de montaj și proprietățile aerului vehiculat. Canalele de aer se pot executa din diferite materiale, în diferite moduri, clasificîndu-se pe baza criteriului de formă și sistem constructiv.

### 1. Canale din zidărie

a. **Canale din zidărie de cărămidă.** Aceste tipuri de canale se folosesc atît în interiorul construcțiilor, la nivele deasupra parterului, unde au dimensiuni mici, cît și în subsolul clădirilor, pentru canalele subterane de dimensiuni mari.

Din considerente constructive, canalele de aer din zidărie de cărămidă se execută cu secțiuni dreptunghiulare sau pătrate.

În cazul canalelor montate în interiorul clădirilor, de dimensiuni mici, acestea sînt înglobate în pereți despărțitori, fiind formate din șanțuri în zid cu trei pereți din cărămidă, la dimensiunile proiectului, tencuiți sau nu și acoperite fie tot cu zidărie de cărămidă, fie cu plăci din alte materiale (fig. 33, *a*).

Uneori se folosește acoperirea lor cu o simplă tencuială pe rabiț, dar acest procedeu nu este recomandat deoarece uscarea acestuia nefiind uniformă, provoacă apariția fisurilor care fac canalul neetanș.

În cazul canalelor subterane, zidăria de cărămidă alcătuiește pereții laterali ai acestora, executată pe un radier de beton și acoperite cu beton armat monolit sau prefabricat (fig. 33, *b*). Pentru reducerea pierderilor de presiune prin frecare aceste canale se tencuiesc în interior cu mortar de ciment și se sclivisesc. Laturile canalelor pot ajunge pînă la 2,00—3,00 m, permițînd vizitarea și curățirea lor ; fundul se execută cu o pantă de cel puțin 1% necesară scurgerii apei de condensație spre locul de colectare.

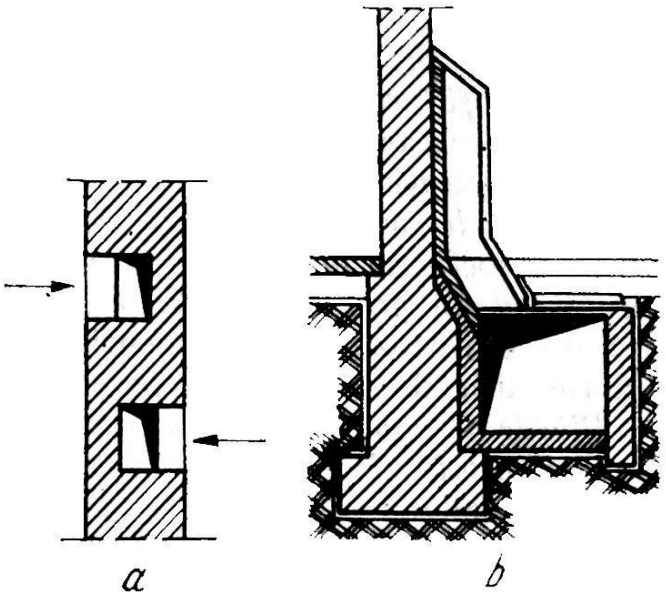


Fig. 33. Canale de aer din zidărie de cărămidă :
*a* — înglobate în pereți; *b* — subterane.

**b. Canale din beton simplu sau beton armat.** Canalele de ventilare din beton se pot utiliza în cele mai multe cazuri numai la construcții noi și de ele trebuie să se țină seama încă din faza de proiectare a clădirii. Prezintă avantajele unei mari durabilități și o adaptabilitate bună la cerințele arhitectonice ale structurii încăperilor.

c. **Canale din rabiț.** Aceste canale se construiesc din plasă de sîrmă prinsă pe oțel rotund cu mortar. Pentru a se reduce pierderea la presiune a aerului vehiculat, aceste canale se gletuiesc în interior cu ipsos, operație destul de anevoioasă datorită secțiunilor mici ale canalelor utilizate, uneori fiind imposibilă. Se folosesc de regulă la executarea instalațiilor în clădirile cu un nivel arhitectural ridicat, avînd deseori scop decorativ. Datorită construcției lui, acest tip de canal este contraindicat în mediu umed.

## 2. Canale din plăci

Acest tip de canale se formează din asamblarea plăcilor din diferite materiale, ale căror proprietăți fizice și chimice determină domeniul lor de utilizare.

a. **Canale din plăci de ipsos cu zgură.** La transportul aerului cu un grad scăzut de umiditate, se pot folosi canale formate din plăci de ipsos cu zgură.

**Aceste canale prezintă o serie de avantaje :** 1) *preț scăzut al materialului și manoperei ;* 2) *pereții sînt izolați termic și acustic ;* 3) *au aspect exterior plăcut ; pot fi formate folosind, cu mici adaptări, planșeul, pereții sau tavanul construcției existente.*

**În comparație cu canalele de tablă au și o serie de dezavantaje :** 1) *greutate sporită la aceiași secțiune ;* 2) *se fisurează ușor la transport și montaj ;* 3) *au un coeficient de frecare ridicat ;* 4) *se pot folosi numai pentru circulația aerului cu un grad de umiditate scăzut ;* 5) *etanșeitatea nu este asigurată în timp*, din cauza acțiunii agenților atmosferici și a dislocării mortarului din rosturile de îmbinare a pereților.

*Plăcile de ipsos cu zgură se fabrică în ateliere speciale utilate corespunzător la dimensiunile necesare.* Ele se montează cu rosturile alternînd asemenea cărămizilor la executarea zidăriilor. Rosturile dintre plăci se completează cu mortar de ipsos, în interiorul și exteriorul canalului. Rezistența canalelor de aer trebuie asigurată prin armarea lor cu bare din oțel-beton înglobate în mortarul de legătură.

Canalele se montează cu ajutorul unor suporturi de susținere metalice, care pot fi încastrate în perete sau ancorate de planșeu. Suporturile de susținere se confecționează din profile metalice și se plasează la distanța maximă de 400 mm unul de altul, îmbrăcînd pereții orizontali și verticali ai canalelor, pentru a asigura stabilitatea acestora.

Elementele metalice folosite la montarea canalelor, care vin în contact cu ipsosul, trebuie grunduite cu miniu de plumb, spre a fi ferite de ruginire.

Canalele sînt prevăzute din loc în loc cu capace de vizitare confecționate din același material, cu dimensiuni mai mici decît plăcile și se fixează cu mortar în goluri anume lăsate în pereții canalului. La nevoie, prin demontarea unui capac se creează posibilitatea verificării interiorului canalului.

Aceste canale fiind fragile se recomandă ca în locurile circulate să fie îngrădite cu balustrade, iar trecerea peste ele să se facă în locuri anumite, pe podețe de lemn sau metalice.

Canalele de aer din plăci de ipsos cu zgură se pot monta lîngă pereți, suspendate de tavan sau pe planșee. În funcție de situația locală, se pot folosi pereții sau planșeele clădirilor drept unul sau doi pereți ai canalului. Plăcile se montează cu părțile netede spre interiorul canalului, pentru a se reduce pierderile de presiune la circulația aerului. Canalele de aer pentru aspirație sau introducere instalate paralel trebuie să aibe pereți independenți.

În figura 34 este arătat un canal de aer montat în pod pe planșeu de beton armat. Scliviseala de ciment se face cu pantă de circa 1% pentru scurgerea apei rezultată, eventual prin condensație.

În figura 35 este arătat un canal de aer montat în pod pe planșeu de lemn. În această situație, trebuie avut în vedere că, în cazul izbucnirii

unui incendiu, canalele montate în pod, prin tirajul pe care-l produc constitue un mijloc favorabil de propagare a flăcărilor şi a gazelor fierbinţi. Pentru prevenirea propagării incendiilor nu se folosesc pereţi sau planşee din lemn sau alt material combustibil direct ca pereţi ai canalului ; acestea se căptuşesc cu plăci de ipsos duble, cu strat izolator de aer între ele, ultima din plăci formînd fundul canalului.

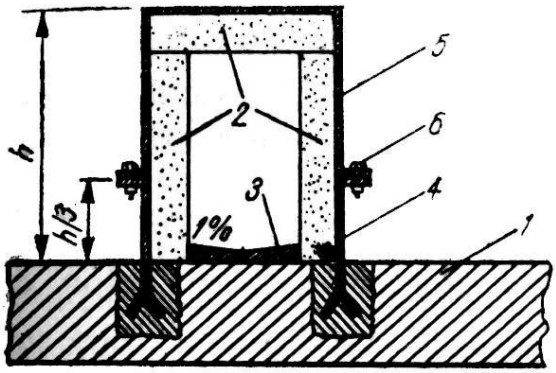



**Fig. 34.** Canal din plăci de ipsos cu zgură montat pe placa de beton armat :

*1* — placă de beton armat; *2* — plăci de ipsos cu zgură; *3* — scliviseală de ciment; *4* — platbandă; *5* — fier balot; *6* — şurub.

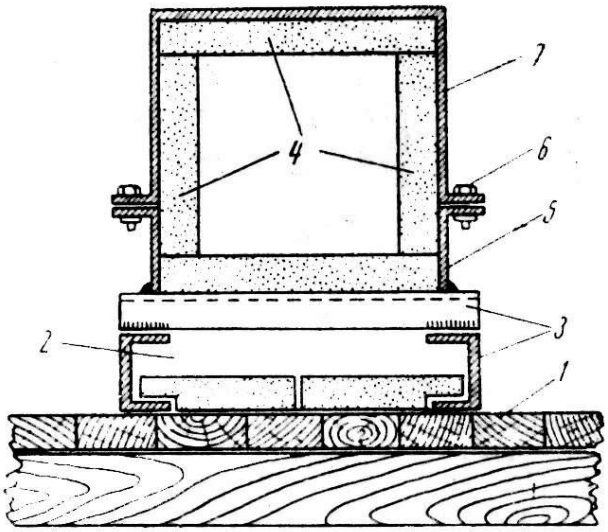



Fig. 35. Canal din plăci de ipsos cu zgură montat în pod pe planşeu de lemn :

*1* — planşeu; *2* — plăci de ipsos cu zgură pentru izolaţie; *3* — oţel profil U; *4* — plăcile canalului; *5* — platbandă sudată pentru prinderea fierului balot; *6* — şurub; *7* — fier pentru strîngerea plăcilor.

În figurile 36 şi 37 sînt arătate canale din plăci de ipsos cu zgură, montate pe perete de zidărie.

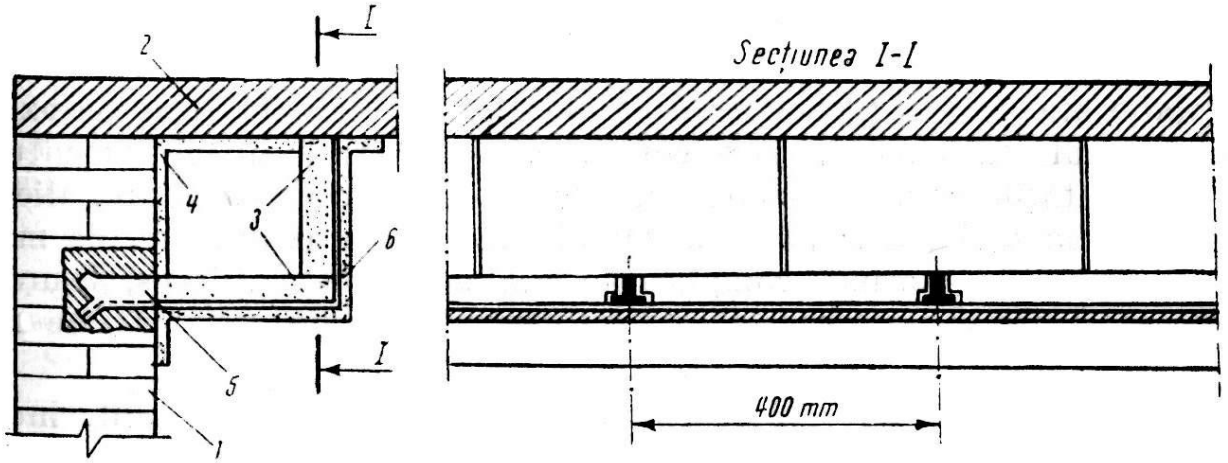



Fig. 36. Canal din plăci de ipsos cu zgură cu latura cea mai mare a secţiunii peste 400 mm, montat pe pereţi de zidărie :

*1* — perete de cărămidă; *2* — planşeu de beton; *3* — plăci de ipsos cu zgură; *4* — scliviseală de ipsos; *5* — profil T încastrat în zidărie; *6* — tencuială de var.

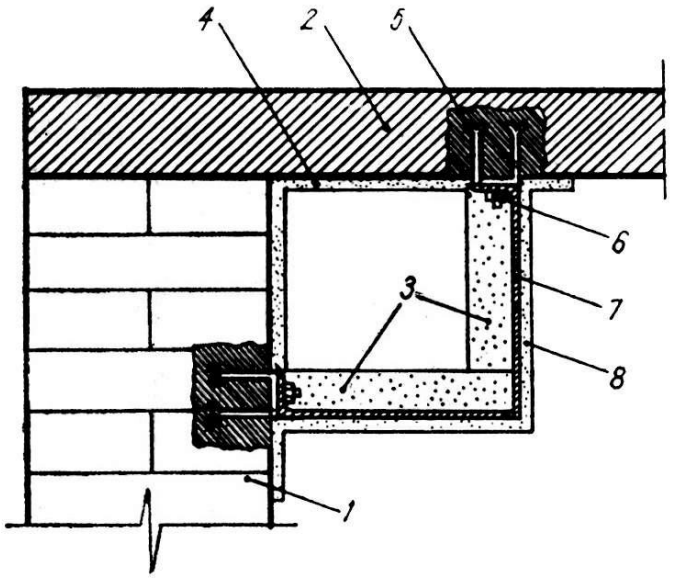



Fig. 37. Canal din plăci de ipsos cu zgură, cu latura cea mai mare a secțiunii sub 400 mm, montat pe pereți de zidărie :

*1* — perete de cărămidă; *2* — planșeu de beton; *3* — plăci de ipsos cu zgură; *4* — scliviseală de ipsos; *5* — armătură montată în planșeu pentru prinderea fierului balot; *6* — șurub pe armătură; *7* — fier balot; *8* — tencuială de var.

În încăperile încălzite, canalele de aer se execută dintr-un singur rînd de plăci, iar în cele reci, cînd diferența de temperatură între aerul din canal și cel ambiant depășește 30 °C, se construiesc cu pereți dubli cu strat intermediar de aer sau alt material termoizolant.

În încăperile umede sau cînd aerul transportat are un grad ridicat de umiditate nu trebuie să se prevadă canale de aer din plăci de ipsos cu zgură ; în acest caz fiind indicat a se folosi canale din beton cu zgură de furnal.

b. **Canale din plăci de beton cu zgură.** În cazurile în care aerul are un conținut de umiditate ridicat, iar plăcile nu sînt supuse la eforturi mecanice se folosesc canale din plăci de beton cu zgură. Plăcile se confecționează în același mod ca și plăcile de ipsos cu zgură, avînd armături interioare, din oțel-beton sau din oțel lat.

c. **Canale din plăci de azbociment.** Aceste canale sînt mai puțin folosite însă datorită greutății mari prezintă o serie de **avantaje** datorită proprietăților speciale ale azbocimentului : 1) *o mare rezistență ;* 2) *coeficient de frecare redus ;* 3) *stabilitate la corodare ;* 4) *stabilitate condiționată față de acizi ;* 5) *stabilitate la intemperii și la îngheț ;* 6) *rezistente la foc ;* 7) *mare durabilitate.*

Materialul folosit (azbocimentul) este un amestec din fibre de azbest fin desfăcute și ciment, care conține apa necesară prizei cimentului.

Posibilitățile formării azbocimentului sînt aproape nelimitate. Miezuri compuse din mai multe părți asamblate sau tipare exterioare, de multe ori de execuția cea mai complicată ; din metal, lemn, ipsos, ușurează munca de formare și asigură și în cazul executării unor serii mari de plăci sau piese cu dimensiuni precise.

După umplerea tiparului cu stratul proaspăt de azbociment, începe procesul de priză, în timpul căruia tiparele trebuie depozitate într-o baie de apă sau, în cazul pieselor mari, stropite cu apă, pentru asigurarea unei întăriri fără eforturi interne. După întărirea piesei din tipar se înlătură tiparul. Piesa formată trebuie depozitată pînă la terminarea defini-

tivă a prizei timp de circa 3 pînă la 4 săptămîni. Canalele se etanşează şi se asamblează cu mortar de ciment.

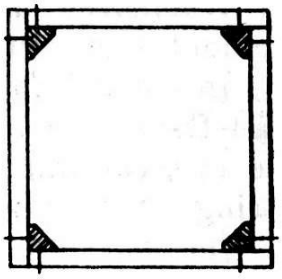


Fig. 38. Canal de aer din placaj de lemn.

d. **Canale din plăci de placaj (canale din lemn).** De obicei se execută din foi de placaj tăiate la dimensiunile necesare şi se încheie la colţuri cu şipci longitudinale ; mai rar se execută din scînduri deoarece prezintă dezavantajul că se deformează şi crapă uşor.

Tronsoanele de canale se îmbină punîndu-se cap la cap şi aplicîndu-se la rosturi fîşii de placaj bătute în cuie sau prinse în şuruburi (fig. 38).

Se recomandă ca înaintea exploatării, canalele din lemn să fie vopsite la interior şi exterior cu soluţie de bitum. Aceste canale se pot utiliza la transportul aerului cu temperatură normală, lipsit de umiditate.

Folosite în alte condiţii, prezintă un permanent pericol de deformare sau aprindere.

Confecţionarea canalelor de lemn se realizează relativ uşor, placajul permiţînd şi o oarecare îndoire prin care se pot realiza piese de racordare cum sînt : curbele, ramificaţiile etc.

Canalele se suspendă uşor prin agăţare de ferme, suporturi etc. cu legături din oţel lat sau prin aşezare pe console de oţel, fixate de stîlpi sau de pereţi

Canalele din lemn se folosesc şi în cazul instalaţiilor de ventilare în care se cere în mod deosebit rezistenţă la acizi. Pentru micşorarea pericolului de incendiu sînt de obicei ignifugate.

e. **Canale din plăci de material plastic.** Masele plastice sînt indicate la confecţionarea canalelor acolo unde aerul transportat sau mediul înconjurător conţine gaze sau vapori de substanţe chimice, care atacă materialele obişnuite. Aceste canale sînt rezistente la acţiunea acizilor, sînt uşor de executat şi estetice. **PVC-ul este stabil faţă de următoarele substanţe :** 1) *gaze de evacuare cu conţinut de acid fluorhidric ;* 2) *acid carbonic ;* 3) *acid clorhidric ;* 4) *acid sulfuric ;* 5) *bioxid de sulf ;* 6) *leşie de sodă ;* 7) *gaze de uscare ; 8) benzină ;* 9) *borax ;* 10) *acid boric ;* 11) *acid acetic ;* 12) *hidrogen ;* 13) *apă oxigenată etc.*

La utilizarea policlorurii de vinil trebuie să se ţină seama că aerul sau gazele nocive de absorbit nu au voie să depăşească o temperatură de 50—60 °C, deoarece odată cu creşterea temperaturii, rezistenţa scade mult. Se execută de orice formă, din plăci ale căror suprafeţe de contact se lipesc cu adeziv sau prin îmbinare cu sudură, realizată cu ajutorul aerului cald insuflat, utilizînd vergele de sudură din aceiaşi compoziţie ca şi plăcile.

A doua metodă este mai des folosită, obţinîndu-se rezultate superioare ca rezistenţă şi etanşeitate.

Îmbinările dintre tronsoanele canalelor din material plastic pot fi demontabile sau fixe (nedemontabile).

În cazul îmbinărilor demontabile, similar canalelor din tablă, se prevăd flanşe din acelaşi material ca peretele canalului sau din oţel, între ele intercalîndu-se garnituri de etanşare din cauciuc moale. Flanşele se strîng cu şuruburi cu piuliţă.

Îmbinările nedemontabile se execută prin sudură cap la cap sau prin mufă sudată.

Pereţii canalelor se execută din foi de material plastic a căror grosime este în funcţie de diametrul canalului la cele circulare sau de perimetrul secţiunii la cele rectangulare (de obicei între 2 şi 6 mm).

Piesele de racordare ale canalelor din materiale plastice se execută de asemenea din foi de material plastic.

Tronsoanele de canale se execută centralizat în ateliere, îmbinarea între ele realizîndu-se la locul de montaj.

Canalele sînt suspendate de elementele construcţiei cu dispozitive care permit deplasarea lor liberă în timpul dilatării sau contracţiei. Se recomandă ca sprijinirea lor să se facă pe perne metalice sau din lemn, spre a evita deformarea canalelor sub efectul temperaturii.

Pe traseele drepte cu lungime mare trebuie să se asigure şi compensarea dilataţiei

### 3. Canale din tuburi

Aceste canale se folosesc numai pentru secţiuni circulare şi la dimensiuni mici, din diferite materiale în funcţie de scopul şi locul de întrebuinţare al lor.

a. **Canale din tuburi de beton.** Sînt foarte puţin întrebuinţate, fiind fragile şi cu greutate mare. Se montează numai subteran.

b. **Canale din tuburi de azbociment.** Sînt folosite mai mult pentru calităţile lor de a rezista la coroziune şi a nu absorbi apa. Nu sînt însă recomandate datorită greutăţii mari şi a fragilităţii şi din acest motiv se montează suspendate pe ziduri sau planşee.

Tuburile de azbociment se fabrică în lungimi anumite, care trebuie îmbinate între ele pe şantier. Dacă anumite dimensiuni de lungime nu pot fi realizate cu lungimile normate ale tuburilor, ele se vor tăia la lungime, cu un ferăstrău coadă de vulpe sau cu alte pînze de ferăstrău corespunzătoare pentru lemn de esenţă tare. Decupări pentru racordarea la ramificaţii şi alte piese se pot efectua cu burghie spiral şi ferăstrae cu vîrf ascuţit şi finisate, dacă este cazul cu un raşpel.

Pentru îmbinarea porţiunilor de canal se poate folosi mufa exterioară fixă, în general şi mufa interioară. Se utilizează de asemenea şi alte îmbi-

nări : mufa exterioară separată, aşa numita îmbinare cu falţ şi îmbinarea cu flanşe din oţel cornier prinse în şuruburi.

c. **Canale din tuburi de sticlă armată.** Se întrebuinţează aproape exclusiv în industria chimică unde agresivitatea diverselor substanţe care se prelucrează fac aproape imposibilă folosirea altor materiale.

d. **Canale din tuburi ceramice şi tuburi de gresie.** Se utilizează în principal la conductele de absorbţie de gaze şi vapori agresivi. Tuburile sînt relativ grele şi produc anumite dificultăţi la montarea lor în încăperi. Ele se montează din această cauză mai mult pe trasee verticale sau în formă de canale sub pardoseală, dispuse în sol.

e. **Canale din tuburi de material plastic (PVC).** Paralel cu utilizarea canalelor din plăci de material plastic, care în ultimul timp au o răspîndire din ce în ce mai mare, se folosesc cu succes şi canalele din ţevi de PVC tip M (mediu) sau tip G (greu) pentru secţiuni mici, îmbinarea lor făcîndu-se prin procedeul de lipire cu adeziv după o prealabilă curăţire a locului de îmbinare cu dicloretan. Pentru schimbările de direcţie, ramificaţii, racorduri, se folosesc piese fasonate din PVC a căror îmbinare se realizează ca mai înainte.

Aceste canale se folosesc de obicei în instalaţiile de ventilare de aspiraţie locală (nişe, hote etc.), în care traseul este scurt. Deoarece pierderile locale de presiune în piesele fasonate sînt foarte mari, un traseu mare al conducte or ar duce inevitabil la folosirea unor ventilatoare cu presiuni ridicate, deşi debitul de aer are valori mici.

### 4. Canale din tablă de oţel

a. **Descriere. Prescripţii generale.** Conductele de aer se execută în general din tablă zincată sau neagră şi necesită un atelier special, fie pe orice şantier de instalaţii pentru conducte de tablă sub 1 mm grosime, fie într-un atelier special, stabil, bine utilat cu maşini şi utilaje care pot asigura condiţii optime de muncă, calitate şi preţ de cost.

Se folosesc în instalaţiile obişnuite de ventilare, condiţionare şi transport pneumatic care servesc pentru circulaţia aerului, gazelor şi materialelor, precum şi în cazuri speciale de instalaţii care au de transportat aer foarte cald, gaze de ardere sau pulberi, gaze şi vapori inflamabili sau explozibili, unde va fi nevoie a se lua în seamă prescripţii speciale tehnice care trebuie să fie prevăzute anume în proiect.

*Materialul cel mai frecvent folosit pentru conductele de aer este tabla de oţel neagră STAS 1946-69, cu grosime pînă la 3 mm şi tabla zincată STAS 2028-71 cu grosime pînă la 1 mm.*

*Tabla neagră* se întrebuinţează în instalaţiile de transport pneumatic pentru praf, talaş, cărbuni, cenuşă, aspirarea gazelor arse de la sudură etc., precum şi în orice instalaţie de ventilare, unde nu există posibili-

tatea condensării vaporilor de apă la pereții conductelor. Grosimea tablei trebuie să fie specificată în proiect. De regulă, conductele transportă numai aer curat și au grosimea tablei între 0,5 și 1,5 mm pentru diametre (sau laturile mari ale conductei) între 100 și 1 500 mm.

Conductele care transportă praf și orice alte materiale erozive au grosimea tablei între 2 și 3 mm pentru a rezista la uzură.

Conductele de aer din tablă neagră trebuie să fie vopsite pentru protecția împotriva ruginii. Înainte de executarea conductelor de aer foile de tablă neagră trebuie curățate de murdărie și rugină, și apoi unse pe ambele fețe cu ulei de in fiert. Se va da o mare atenție în special la suprafețele din care urmează a fi formate falțurile sau care se suprapun (în cazul îmbinării cu nituri). Pentru a avea controlul acoperirii suprafețelor tablelor, la uleiul de in fiert se adaugă miniu de plumb în proporția de 0,5 kg miniu 10 kg ulei. Dacă se transportă aer, vopsirea se poate face cu vopsele obișnuite de ulei, iar dacă se transportă materiale, nu se aplică nici o vopsire la interior. Întotdeauna se vopsește în prealabil partea care intră în încheieturile de falț expuse la rugină din cauza infiltrației de apă. Dacă se transportă aer și gaze cu conținut de vapori acizi, vopsirea se va face cu o soluție de bitum. Orice strat de vopsea dat în prealabil pentru protecția tablei negre de ruginire sau de acțiunea acizilor, trebuie lăsat să se usuce înainte de prelucrare.

Vopsirea se poate face manual (cu pensula) sau prin mijloace mecanizate (prin pulverizare mecanică, cufundare în vopsea etc.) după posibilitățile șantierului. Se va da preferință vopsirii cu mijloace mecanizate.

Se poate face și protecția tablei negre prin lacuri speciale, cum ar fi lacul de bachelită, însă trebuie avut grijă a se controla ca aceste lacuri să nu crape după uscare.

La executarea canalelor prin sudare, foile de tablă nu se ung cu ulei de in fiert.

*Tabla zincată* se folosește la confecționarea conductelor de aer pentru ventilare cu aer curat, precum și pentru orice instalații de condiționare, umidificare, eliminare a cețiii și transport pneumatic de materiale curate, necorozive. Grosimea se alege în raport cu dimensiunea conductei, proiectul de ventilare conținînd date referitoare la tabla care va fi utilizată pentru confecționarea canalelor de aer.

Pe lîngă canalele din tablă de oțel, zincată sau neagră, dealtfel cele mai des întîlnite, se mai folosesc în anumite instalații table de oțel plumbuite, cositorite sau din oțel inoxidabil. Scopul folosirii lor este tocmai protejarea acestor instalații împotriva unor substanțe agresive care atacă și distrug tabla neagră sau zincată, conducînd la prelungirea vieții instalațiilor respective.

*Tabla de oțel plumbuită* se întrebuințează în cazul în care se transportă aer încărcat cu vapori de acid sulfuric (cazul instalațiilor de ventilare

a sălilor de încărcare a acumulatoarelor). Cînd concentrația de acid sulfuric este prea mare se folosește chiar tabla de plumb.

*Pentru anumite solicitări mecanice sau în funcție de considerente funcționale, canalele de aer din tablă mai pot fi executate din :*

1) *Tablă pentru construcții mecanice STAS 901-67*
2) *Tablă groasă STAS 437-72*
3) *Tablă decapată STAS 1988-65*
4) *Tablă subțire din oțel carbon laminat la rece în rulouri STAS 9150-72*

**b. Construcția canalelor de aer. Din punct de vedere constructiv,** canalele de aer prezintă două tipuri distincte, dar care constituie părți componente ale aceluiași traseu : *canale drepte* și *piese speciale.*

**După forma lor,** în mod obișnuit canalele de aer pot fi : *circulare* (fig. 39) *rectangulare* (fig. 40).

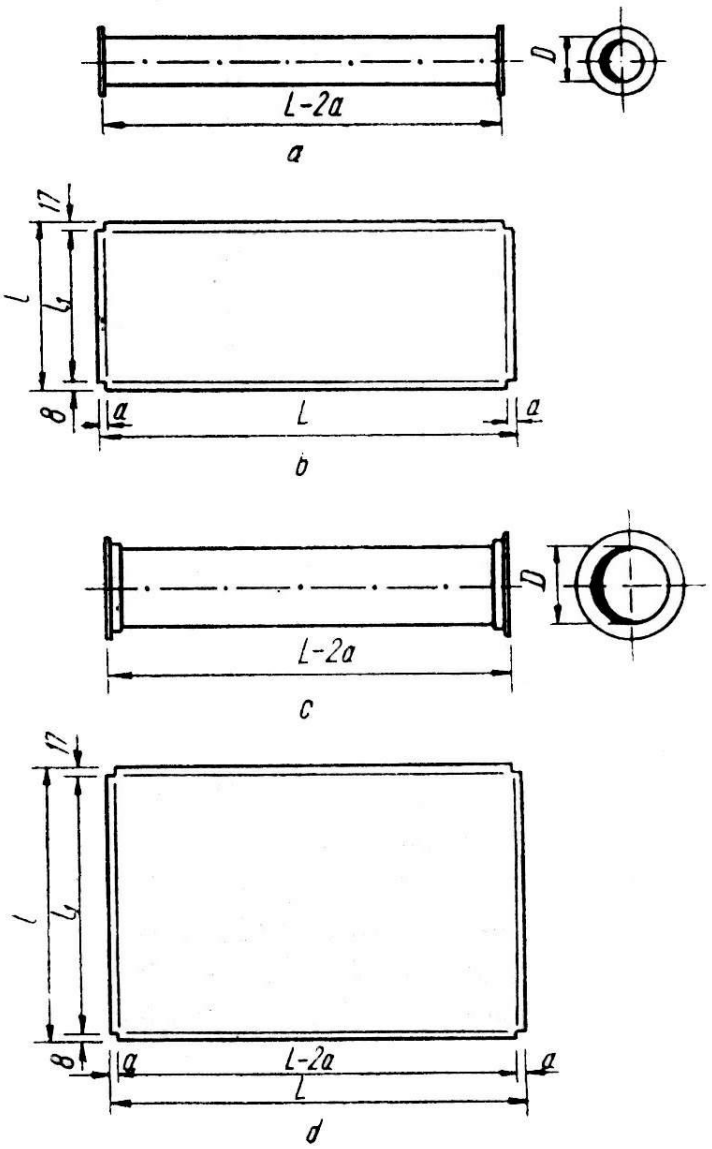



Fig. 39. Canale circulare :
*a* — tronson cu flanșe din oțel lat; *b*, *d* — desfășurarea tablei; *c* — tronson cu flanșe din oțel cornier.

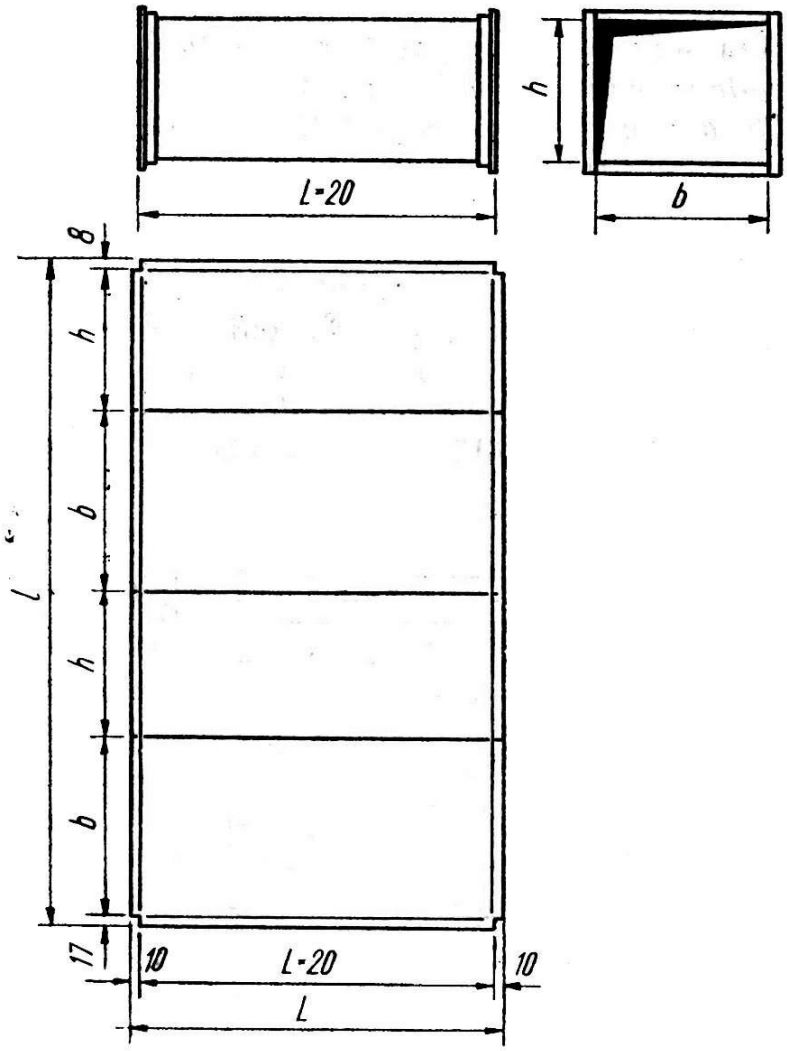



Fig. 40. Canale rectangulare.

Standardele în vigoare nu interzic utilizarea şi a altor forme speciale de canale în afara celor prevăzute, în cazul în care acestea sînt bine justificate prin proiectare.

Ţinîndu-se seama de asigurarea unor cît mai bune condiţii de curgere a aerului, cît şi de preţul de cost mai redus, canalele circulare sînt preferate canalelor rectangulare (dreptunghiulare sau pătrate).

Dimensiunile canalelor de aer din tablă sînt indicate în tabelele 3 şi 4, stabilite conform şirurilor fundamentale de numere normale: *R 5*, *R 10* şi *R 20* pentru canalele circulare şi respectiv *R 5* şi *R 10* pentru canalele rectangulare indicate în STAS 283-69, pe baza recomandării de standardizare C.A.E.R. RS 123-64.

Obligativitatea folosirii acestor dimensiuni este reclamată de integrarea producţiei de confecţionare în ritmul actual de uniformizare şi standardizare în tehnica mondială.

*Tabelul 3.* **Dimensiunile canalelor circulare din tablă**

| *D*, mm | | | *a* mm | $l_i$ mm | *l* mm | Grosimea tablei, mm | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| R 5 | R 10 | R 20 | | | | sub 50 mm $H_2O$ | 50—150 mm $H_2O$ |
| 100 | | | | 314 | 339 | | |
| | | 110 | | 345 | 370 | | |
| | 125 | | | 392 | 417 | | |
| | | 140 | | 440 | 465 | | |
| 160 | | | | 503 | 528 | 0,50 | 0,50 |
| | | 180 | | 565 | 590 | | |
| | 200 | | | 628 | 653 | | |
| | | 225 | | 712 | 737 | | |
| 250 | | | 8 | 785 | 810 | | |
| | | 280 | | 880 | 905 | | |
| | 315 | | | 956 | 961 | | |
| | | 355 | | 1 120 | 1 145 | 0,50 | 0,75 |
| 400 | | | | 1 256 | 1 281 | | |
| | | 450 | | 1 420 | 1 445 | | |
| | 500 | | | 1 570 | 1 595 | | |
| | | 560 | | 1 760 | 1 785 | | |
| 630 | | | | 1 980 | 2 005 | | |
| | | 710 | | 2 240 | 2 285 | 0,75 | 1,00 |
| | 800 | | | 2 510 | 2 535 | | |
| | | 900 | | 2 830 | 2 855 | | |
| 1 000 | | | | 3 140 | 3 165 | | |
| | | 1 120 | | 3 520 | 3 545 | | |
| | 1 250 | | 10 | 3 930 | 3 955 | 1,00 | 1,25 |
| | | 1 400 | | 4 400 | 4 425 | | |
| 1 600 | | | | 5 030 | 5 055 | | |
| | | 1 800 | | 5 650 | 5 675 | 1,25 | 1,50 |
| | 2 000 | | | 6 280 | 6 305 | | |

*Tabelul 4.* **Dimensiunile canalelor rectangulare din tablă**

| Latura *b* sau *h* mm | | Grosimea tablei, mm | |
|---|---|---|---|
| R 5 | R 10 | Sub 50 mm $H_2O$ | 50 – 150 mm $H_2O$ |
| 100 | 125 | | |
| 160 | 200 | 0,50 | 0,50 |
| 250 | | | |
| | 315 | | |
| 400 | | 0,75 | 0,75 |
| | 500 | | |
| 630 | | | |
| | 800 | 0,75 | 1,00 |
| 1 000 | | | |
| | 1 250 | 0,75 | 1,25 |
| 1 600 | | 1,00 | 1,50 |
| | 2 000 | | |

**Fac excepţie de la tipizare :**

1) *Anumite porţiuni de tronsoane din reţeaua de canale*, care pentru considerente de ordin constructiv, trebuie să se încadreze în elementele construcţiilor
2) *Canalele de aer pentru transportul pneumatic şi instalaţiile de desprăfuire*
3) *Anumite tronsoane de canale pentru ventilare* tehnologică, care se proiectează în funcţie de poziţiile şi dimensiunile racordurilor de la utilaje

**Încheierea foilor de tablă pentru formarea canalelor de aer se poate face prin mai multe moduri :**

1) *Prin falţuri*, la canalele executate din tablă de oţel a cărei greutate nu depăşeşte 8 kg/m² (1 mm grosime)
2) *Prin sudură sau nituire*, la canalele executate din tablă de oţel cu greutatea mai mare de 8 kg/m². Sudarea va fi folosită numai la canalele executate din tablă neagră cu grosimi peste 2 mm, evitîndu-se operaţia de sudură la confecţionarea canalelor din table subţiri (1,25 şi 1,50 mm grosime)

Îmbinarea prin fălţuire este cea mai utilizată. *Falţul* este petrecerea unei porţiuni de tablă peste altă porţiune, prin mai multe procedee, astfel ca să se obţină o îmbinare rezistentă, cu un grad de etanşeitate corespunzător instalaţiei respective.

Încheierea tablelor cu grosime de peste 0,75 mm se face cu falţ simplu ; pentru canalele de aer executate din foi de tablă cu grosime pînă la 0,75 mm falţul este dublu. Aceste execuţii se folosesc în cazurile unei execuţii

manuale, atît la falţurile longitudinale, cît şi la cele transversale (fig. 41).

La execuţia mecanizată, falţurile longitudinale şi transversale se pot executa simple la orice grosime de tablă.

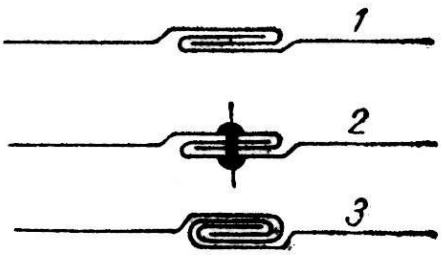



Fig. 41. Încheierea tablelor prin falţuri :
*1* — falţ simplu; *2* — falţ simplu întărit cu nit; *3* — falţ dublu.

La canalele de aer de secţiune circulară cu diametrul mai mare de 600 mm sau la cele cu secţiune dreptunghiulară cu latura mare peste 600 mm, falţurile simple culcate vor fi întărite cu nituri sau puncte de sudură electrică la 250—350 mm distanţă. În acelaşi scop se pot folosi şi cleme de 80 ×30 mm aşezate la distanţe de 500 mm una de alta.

În cazul conductelor rectangulare, încheietura în lung a conductei se face numai pe colţ şi nu pe lăţimea peretelui, iar colţurile se obţin cu un falţ special care asigură o întărire puternică a canalului.

La execuţia mecanizată a canalelor cu secţiune dreptunghiulară, pentru un perimetru al secţiunii canalului pînă la 680 mm, conductele se execută cu un singur falţ de colţ, iar la perimetre între 680 şi 1 360 mm se execută cu două falţuri aşezate pe diagonala secţiunii canalului de aer. Canalele de aer a căror secţiune de trecere are un perimetru ce depăşeşte 1 360 mm, se îmbină cu falţuri de colţ pe toate cele 4 muchii (fig. 42). Dacă se pun condiţii de estetică, falţul de colţ se va putea executa mascat ca în figura 43.

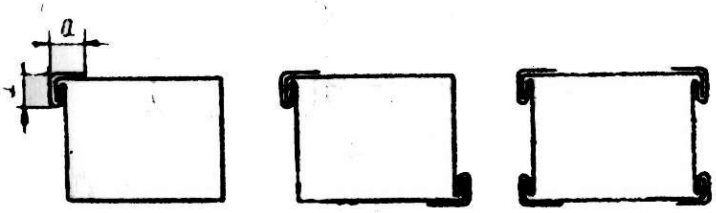



Fig. 42. Falţuri de colţ.

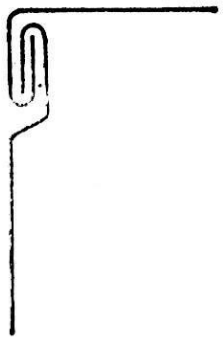


Fig. 43. Falţ de colţ mascat.

În cazul confecţionării conductelor de secţiune circulară este mai avantajos ca acestea să se croiască din lungimea tablei care se roleză la diametrul cerut, căutînd a obţine un canal cît de lung permite tabla sau maşina de rolat. Îmbinarea la capete a conductelor de secţiune circulară este însă mai dificilă.

**La formarea canalelor de tablă trebuie ţinut seama de cîteva reguli :**

1) *Nu se admite aşezarea îmbinărilor longitudinale în prelungire ;* îmbinările trebue să fie alternate, aşezate în planuri diferite la secţiuni dreptunghiulare şi după generatoare diferite la secţiuni circulare
2) *Falţurile vor fi bine etanşate, uniform presate şi fără curbări sau ondulări*
3) *Conductele care transportă aer umed pot da naştere la condensări, nu trebue să aibă cusături în lung la partea inferioară* (atît pentru a nu se scurge din canal, cît şi pentru a nu provoca ruginirea rapidă a tablei)
4) *Cusăturile transversale din partea inferioară a conductelor pentru aer umed trebuie etanşate prin lipire cu aliaj de cositor*
5) *La presiuni mai mari de aer, peste 300 mm $H_2O$ îmbinările se fac sudate la tablă neagră, nituite şi lipite cu cositor la tabla zincată, iar forma secţiunii se alege numai circulară*
6) *Lungimile tronsoanelor de canal cu secţiune circulară sau dreptunghiulară se stabilesc după caz, în funcţie de condiţiile de transport şi montaj*
7) *Nu se admit deformări vizibile pe pereţii canalelor de aer de secţiune circulară, convexităţi şi concavităţi vizibile pe pereţii canalelor de aer cu secţiuni dreptunghiulare*
8) *Muchiile canalelor dreptunghiulare trebuie să fie drepte, fără sinuozităţi*

Rigidizarea conductelor de aer se obţine în diferite moduri, după forma secţiunii şi dimensiunile lor (fig. 44).

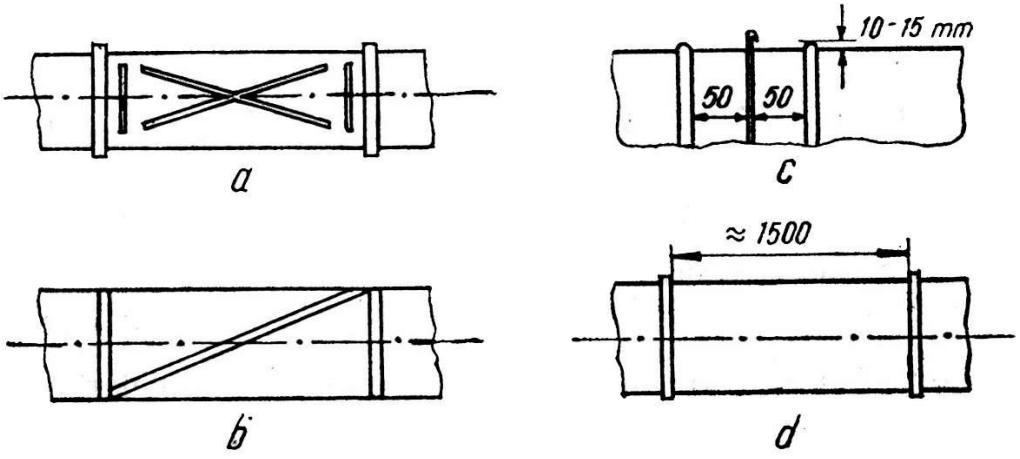



Fig. 44. Rigidizarea canalelor de aer :

*a* — prin nervuri la canale dreptunghiulare; *b* — prin rame de rigidizare la canale dreptunghiulare; *c* — prin inele la canale circulare; *d* — prin întăriturі circulare.

**În cazul în care proiectul nu precizează altfel, canalele de aer executate din tablă de oțel de grosime uzuală, se rigidizează astfel :**

1) *Canalele cu secțiune circulară având un diametru mai mic de 400 mm* executate din tablă de oțel de 0,50—0,60 mm se rigidizează cu inele înalte de 10—15 mm fixate la mașina de zicuit
2) *Canalele cu secțiune circulară având un diametru mai mare de 400 mm* vor fi rigidizate cu inele din oțel lat de 25 × 4 mm, așezate între flanșe la distanțe de 1,30—1,50 m unul de altul, fixate pe canal cu nituri la o distanță de 200—250 mm unul de altul
3) *Canalele de aer cu secțiune dreptunghiulară a căror latură mare nu depășește 400 mm* executate din tablă de oțel de 0,50 mm grosime se rigidizează cu borduri de rigidizare înalte de 10—15 mm, executate la mașina de zicuit
4) *La canalele de aer cu secțiune dreptunghiulară cu latura mare între 400 și 600 mm* executate din tablă de oțel de 0,65—0,75 mm grosime, se execută nervuri diagonale
5) *La canalele de aer cu secțiunea dreptunghiulară a căror latură mare depășește 600 mm între flanșe* și la distanțe egale (1,50 m una de alta) se fixează rame de rigidizare, fixate cu nituri, la 200—250 mm unul de altul

**Ramele de rigidizare se confecționează din :**

a) *Oțel lat 25 × 4 mm* pentru canalele cu latura mare între 600 și 800 mm, executate din tablă de oțel de 0,50—0,75 mm grosime
b) *Oțel cornier 25 × 25 × 4 mm* pentru canalele cu latura mare între 800 și 1 000 mm executate din tablă de oțel de 0,75—1 mm grosime
c) *Oțel cornier 30 × 30 × 4 mm* pentru canalele cu latura mare între 1 000 și 1 500 mm executate din tablă de oțel de 1 mm grosime
d) *Oțel cornier 30 × 30 × 5 mm* pentru canalele cu latura mare peste 1 500 mm. — La acestea din urmă, în afară de rame, se fixează diagonale confecționate tot din oțel cornier 30 × 30 × 5 mm

Toate ramele și diagonalele de rigidizare se montează numai în exteriorul canalului.

Executarea canalelor începe cu alcătuirea *„hărții"*, adică cu lungimea și lățimea necesară pentru trasarea piesei de confecționat. Astfel, mai multe table legate între ele prin încheieturi cu falțuri formează o hartă, care trebuie să aibă dimensiunea suficientă ca să permită trasarea desfășurată a piesei confecționate.

Canalele se execută sub formă de tronsoane separate, cu lungimi în general de 2,00 m pentru utilizarea optimă a foii de tablă. La executarea hărții tablele se așează de obicei cu latura lungă pe înălțimea hărții. Lă-

ţimea hărţii pentru un canal cu dimensiunile date se determină calculînd desfăşurarea canalului si adăugînd lăţimea cerută de falţuri.

**Îmbinarea foilor de tablă pentru formarea tronsoanelor se realizează astfel :**

1) *La canalele dreptunghiulare prin eclise* (fig. 45)
2) *La canalele circulare prin falţuri simple sau prin roluire* (precedată de introducerea capătului gofrat al unuia în capătul celălalt ; fig. 46)

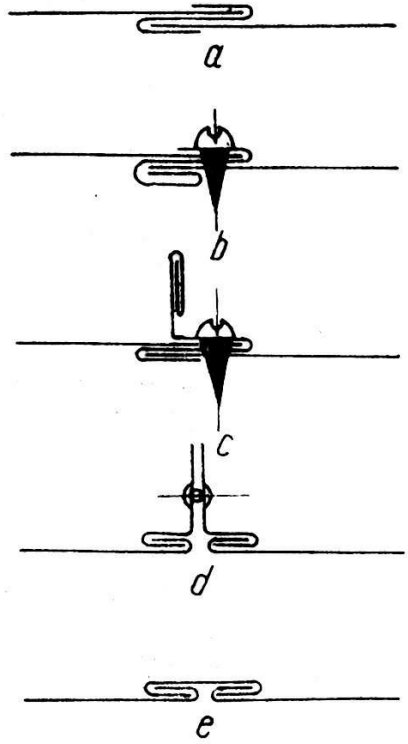



Fig. 45. Îmbinări cu eclise :
*a* — pentru conducte cu latura pînă la 350 mm; *b* — pentru conducte cu latura pînă la 750 mm; *d* — pentru dimensiuni mai mari; *d* — înalte; *e* — exterioare.

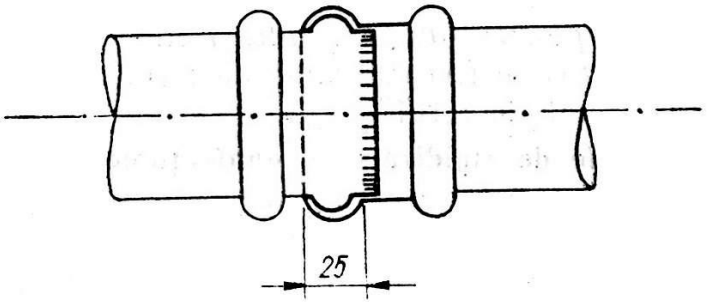



Fig. 46. Îmbinarea canalelor circulare prin roluire şi inel de rigidizare.

În cazul conductelor dreptunghiulare pentru a putea monta eclisa capetele trebuie prelucrate cu diferenţa de dimensiune. În figura 45, *b*, c se arată acest mod de îmbinare pentru conducte cu dimensiuni mai mari în care se asigură şi o bună rigidizare, eclisele fiind strînse cu şuruburi mici conice, introduse în găurile făcute cu maşina de găurit.

În figura 45, *e* se arată o îmbinare care nu necesită prelucrarea capetelor la dimensiuni diferite, acestea avînd cîte o îndoitură către exterior, iar eclisa prin amîndouă îndoiturile.

Etanşarea se obţine prin umplerea înainte de montare a eclisei a spaţiului dintre aceasta şi şanţul dintre pereţii conductei cu o pastă de etanşare sau bitum cald. Pentru rigidizare se poate folosi execuţia din figura 45, *d* în care eclisa are o îndoitură suplimentară exterioară.

Lungimile tronsoanelor canalelor de aer $L$ se stabilesc de către executanţi ţinîndu-se seama atît de dimensiunile standardizate ale materialelor din care se confecţionează, cît şi de condiţiile de transport şi montaj ale canalelor de aer.

Îmbinarea tronsoanelor de canale de aer se face cu flanșe sau cu eclise mobile.

**Îmbinarea cu flanșe se folosește în următoarele cazuri :**

1) *La toate canalele de aer cu secțiune circulară*
2) *La canalele de aer cu secțiune rectangulară, avînd latura mare peste 600 mm*
3) *La canalele de aer cu secțiune rectangulară, la toate dimensiunile, în următoarele situații :*
   a) *Îmbinări care necesită demontări în exploatare*
   b) *Îmbinări supuse la solicitări mecanice*
   c) *Racorduri dintre canale de aer și aparate (filtre, baterii de încălzire etc.)*
   d) *Racorduri dintre canale de aer și utilaje tehnologice*
   e) *Instalații de desprăfuire în care aerul este încărcat cu scame, așchii talaș etc.*

*Îmbinarea cu eclise mobile* se folosește în funcție de tehnologiile proprii de execuție ale întreprinderilor specializate, de preferință la canale cu secțiune rectangulară cu latura mare pînă la cel mult 600 mm, aparținînd tuturor tipurilor de instalații de ventilare, de condiționare a aerului și de desprăfuire, în cazul în care particulele diferitelor substanțe existente în aer au formă de granule. Îmbinarea cu eclise nu se aplică la instalațiile care vehiculează aer cu temperatura mai mare de 70 °C sau în situațiile specificate mai înainte la punctul 3).

Îmbinarea cap la cap a elementelor de canale de aer executate din tablă se face în majoritatea cazurilor prin flanșe din oțel cornier sau lat care dau rigiditate conductei și asigură o etanșeitate satisfăcătoare. Îmbinarea se face demontabilă, fixarea flanșelor pe canalul de aer realizîndu-se prin bordurare, cu sudură sau cu nituri (prin sudură nu vor putea fi fixate decît canalele executate din tablă neagră).

Prin sudură nu pot fi fixate pe canalul de aer decît flanșele confecționate din oțel cornier.

La prinderea cu nituri a flanșelor din oțel cornier pe canalul de aer, niturile de 4—5 mm diametru vor fi așezate la distanțe de 200—250 mm unul de altul, însă minimum 4 nituri la o flanșă. Pentru a realiza etanșeitatea între canal și ramă, capătul canalului pe o lățime de 10—15 mm trebuie bordurat astfel încît să nu acopere găurile flanșei pentru șuruburi. Bordurarea se execută prin baterea cu ciocanul de lemn, astfel încît să fie perfect plană și să poată strînge bine garnitura.

Pentru conductele de aer executate din tablă de oțel mai groasă de 1 mm se admite ca prinderea să fie făcută fără bordurare, însă în acest caz este obligatorie sudarea flanșelor cu un cordon continuu de sudură pe tot perimetrul canalului de aer.

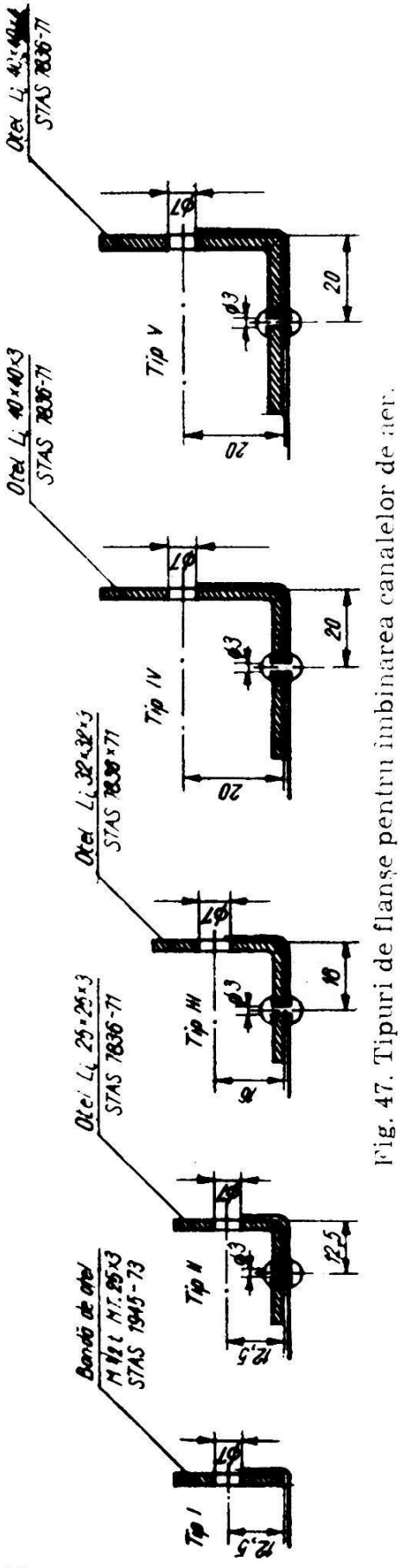



Fig. 47. Tipuri de flanșe pentru îmbinarea canalelor de aer.

*Flanșele* pentru îmbinarea canalelor se execută din oțel lat sau oțel cornier, în funcție de dimensiunile canalului de aer. În figurile 47 și 48 cît și în tabelele 5 și 6 sînt indicate dimensiunile și sistemul de prindere al flanșelor la tronsoanele canalelor de aer.

*Tabelul 5.* **Flanșe pentru canale circulare**

| *D* mm | Tipul flanșei | Nr. găuri |
|---|---|---|
| 100 — 140 | I | 4 |
| 160 — 225 | I | 6 |
| 250 — 315 | II | 8 |
| 355 — 450 | II | 12 |
| 500 — 560 | III | 16 |
| 630 — 800 | III | 20 |
| 900 — 1 120 | IV | 24 |
| 1 250 — 1 600 | IV | 32 |
| 1 600 — 1 800 | V | 32 |
| 1 800 — 1 200 | V | 32 |

Flanșele trebuie să fie perfect plane și prelucrate cu îngrijire, nu pe șantier, ci în atelierul înzestrat cu utilaje adecvate.

Se va evita metoda folosită uneori de a confecționa flanșa dintr-o singură bucată, îndoită succesiv (fig. 49, *a*). Se recomandă ca flanșele să fie făcute din 4 bucăți tăiate și sudate (fig. 49, *b*).

Evident, această construcție este mai rigidă și nu necesită completări la colțuri cu petice care în orice caz nu vor putea fi toate puse în același plan.

Flanșele circulare pot fi executate manual sau mecanizat. La executarea manuală, oțelul lat sau cornier se îndreaptă mai întîi prin batere cu ciocanul și apoi se îndoaie, folosind pentru aceasta o bucată de oțel profilat U și ciocanul. Capetele se apropie și se sudează. La di-

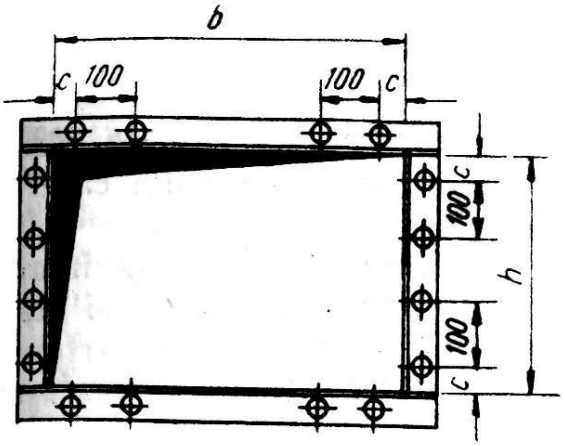



Fig. 48. Mărimi caracteristice ale flanșei pentru canale rectangulare.

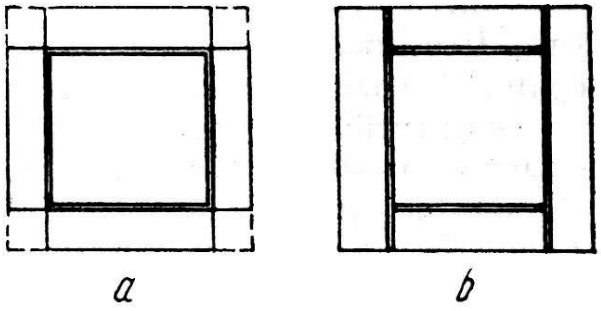



Fig. 49. Construcția flanșelor : *a* — defectuoasă; *b* — corectă.

*Tabelul 6.* **Flanșe pentru canale rectangulare**

| *b* mm | *h*, mm | | | | | | | | | | | | | | c m | Nr. găuri |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 125 | 160 | 200 | 250 | 315 | 400 | 500 | 630 | 800 | 1 000 | 1 250 | 1 600 | 2 000 | | |
| 100 | II | II | II | II | II | | | | | | | | | | 30,00 | 1 |
| 125 | II | II | II | II | II | II | | | | | | | | | 62,50 | 1 |
| 160 | II | II | II | II | II | II | II | | | | | | | | 30,00 | 2 |
| 200 | II | II | II | II | II | II | II | III | | | | | | | 50,00 | 2 |
| 250 | II | II | II | II | II | II | II | III | III | | | | | | 25,00 | 3 |
| 315 | | II | II | II | II | II | III | III | III | IV | | | | | 57,50 | 3 |
| 400 | | | II | II | II | III | III | III | III | IV | IV | | | | 50,00 | 4 |
| 500 | | | | III | III | III | III | III | III | IV | IV | V | | | 50,00 | 5 |
| 630 | | | | | III | III | III | III | IV | IV | IV | V | V | | 65,00 | 6 |
| 800 | | | | | | IV | IV | IV | IV | IV | IV | V | V | V | 50,00 | 8 |
| 1 000 | | | | | | | IV | IV | IV | IV | IV | V | V | V | 50,00 | 10 |
| 1 250 | | | | | | | | V | V | V | V | V | V | V | 75,00 | 12 |
| 1 600 | | | | | | | | | V | V | V | V | V | V | 50,00 | 16 |
| 2 000 | | | | | | | | | | V | V | V | V | V | 50,00 | 20 |

mensiuni mai mari flanșele circulare se îndoaie la utilaje și dispozitive speciale.

Diametrul interior al flanșei (respectiv latura) trebuie să fie cu 2 mm mai mare decît diametrul exterior (latura) al canalului de aer, pentru a permite trecerea flanșei peste neregularitățile obișnuite ale conductei.

Toate piulițele șuruburilor se dispun pe aceeași parte a îmbinării cu flanșe. Capetele șuruburilor vor depăși piulițele după strîngere cu cel mult 0,5 din diametrul șurubului.

Ambele flanșe ce urmează a se fixa între ele se găuresc concomitent pentru a se evita nepotrivirile.

Flanşele trebuie montate corect pe canalul de aer, iar axul canalului să fie perpendicular pe planul flanşelor. Între suprafeţele flanşelor, spaţiul pentru garnitură nu va fi mai mare de 2 mm.

Pentru etanşare, între flanşele canalelor de aer se introduc garnituri. Grosimea garniturilor este de 3—5 mm, iar materialul din care se confecţionează este indicat de către proiectant.

Garniturile cele mai des întrebuinţate sînt din carton înmuiat în apă şi uns cu pastă de miniu de plumb şi ulei de in fiert. La presiuni mari ale aerului garnitura trebuie să fie neapărat dintr-o bucată, iar cartonul se recomandă a fi înlocuit cu cauciuc a cărui grosime să nu depăşească 10 mm, căci altfel nu se presează bine.

La vehicularea gazelor calde, garniturile se realizează din clincherit cu pastă de chit de mangan rezistent la temperaturi mari.

Pentru asigurarea unei etanşeităţi ridicate este indicat a se completa prin sudură colţurile tablei, care datorită bordurării nu închid colţurile flanşelor, să fie completate prin sudură, obţinîndu-se un reazem complet, plan, pentru garnitură. Colţurile trebuie completate prin cositorire la tablele zincate şi prin sudură la tablele negre.

În cazul canalelor de dimensiuni mari care transportă aer cu temperaturi obişnuite, aşezarea unei garnituri de carton este destul de dificilă. În asemenea situaţii se poate înlocui garnitura cu o sfoară de bumbac moale îmbibată cu pastă de miniu de plumb şi ulei de in fiert petrecută în jurul fiecărui şurub. Pentru uşurinţa montării se va lăsa un timp ca sfoara îmbibată să se zvînte, realizîndu-se un cordon puţin întărit.

Un alt mijloc de etanşare constă în a îmbiba garniturile de carton în bitum lichid timp de circa 10—15 min, iar după ce au fost lăsate să se răcească se vor strînge puternic între flanşele unse în prealabil cu bitum lichid. După strîngere, bitumul de pe flanşe se lipeşte de garnituri şi datorită plasticităţii lui completează toate denivelările suprafeţelor de contact.

Dacă temperatura aerului vehiculat este ridicată, acest sistem de etanşare nu se poate utiliza, bitumul încălzit fluidificîndu-se, curge de la locul de îmbinare.

De asemenea, la temperaturi scăzute, bitumul devine casant, iar la vibraţii şi o presiune mai mare a aerului poate fi aruncat afară din locul de etanşare.

Evident, la presiune foarte ridicată, peste 250 mm $H_2O$ etanşarea comportă o atenţie deosebită, folosindu-se îmbinări şi garnituri de calitate ridicată, execuţia acestora fiind făcută cu mare atenţie.

Se recomandă în aceste regimuri ridicate de temperaturi şi presiune să se folosească cît mai mult îmbinările sudate.

## B. PIESE SPECIALE

Elementele care realizează schimbarea direcției, a vitezei și presiunii curentului de aer, divizarea sau compunerea debitelor de aer vehiculat pe canalele de aer, precum și racordarea canalelor drepte la utilajele instalației poartă denumirea de piese speciale.

Forma și mărimea pieselor speciale, montate pe traseul canalelor de aer, depinde de scopul urmărit cele mai întîlnite fiind : coturile, curbele, confuzoarele, difuzoarele, ramificațiile, curbele etajate etc.

Toate piesele speciale apar explicit în planurile de execuție ale proiectului, operațiile de confecționare a lor fiind similare cu cele pentru canale drepte. Mai dificilă în execuția lor constă operația de trasare și croire a tablelor, care se bazează pe construirea desfășurărilor unor figuri geometrice reprezentative.

În continuare se prezintă cîteva metode de trasare pentru construcția pieselor speciale cele mai des întîlnite.

### 1. Curbă cu secțiune dreptunghiulară

Curbele servesc la schimbarea direcției canalelor de aer. Cea mai simplă construcție o prezintă curba cu secțiune dreptunghiulară care prezintă doi pereți plani paraleli identici, un perete superior numit *ceafă* și unul inferior numit *gît*. Raza medie de curbură la coturi normale se ia 1,5 ori latura secțiunii canalului aflată în planul în care se curbează axa canalului. Această rază poate avea și alte valori, corespunzătoare situației locale.

În figura 50 se prezintă părțile componente ale curbei cu secțiunea $a \times b$, în mm și înălțimea $h$, în mm, a căror croire se începe cu desfășurata peretelui lateral (fig. 50, *b*). Din centrul $O$ ales pe foaia de tablă se ia în compas raza $R_m = 1{,}5\ a$ trasîndu-se axa curbei ; apoi prin $O$ se duc perpendicularele $OM$ și $ON$ care intersectează axa în punctele $m$ și $n$. Din aceste puncte, pe cele două drepte $OM$ și $ON$ de o parte și de alta se ia $\frac{a}{2}$ obținîndu-se $m'$ și $m''$, respectiv $n'$ și $n''$. Cu centrul în $O$ se descrie două arce de cerc prin punctele $m'$ și $m''$ ; pentru porțiunile drepte ale curbei se adaugă, în capetele ei cîte 100 mm lungime. De asemenea, trebuie să se țină seama de adaosurile pentru falțuri și montarea flanșelor la capetele curbei.

Desfășurarea peretelui inferior (gîtul) se obține astfel : cu raza $R_i = O_{m''} = O_{n''}$ se calculează lungimea sfertului de cerc $l_i = \frac{2\pi\ R_i}{4} = 1{,}57\ R_i$. Se duc două drepte paralele la distanța $b$, de lungime egală cu lungimea sfertului de cerc la care se adaugă cîte 100 mm la cele două capete (fig. 50, *c*).

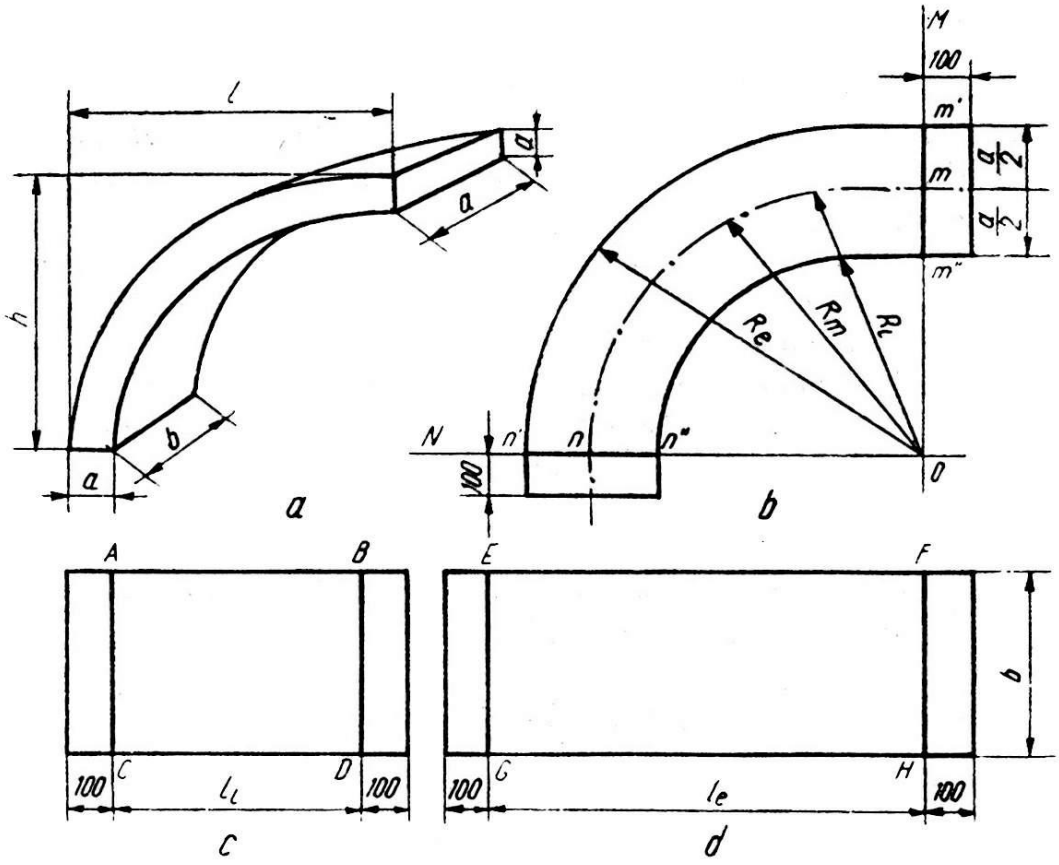



Fig. 50. Curbă de secţiune dreptunghiulară :
*a* — curbă; *b* — perete lateral; *c* — peretele interior al curbei (gîtul); *d* — peretele exterior al curbei (ceafa).

În mod analog se obţine desfăşurata peretelui superior (ceafa), considerînd $l_e = \frac{2\pi R_e}{4} = 1{,}57\ R_e$ (fig. 50, *d*).

Toate părţile curbei se îmbină prin falţuri de colţ, care se culcă pe pereţii laterali.

## 2. Curbă cu secţiune circulară

Elementele principale ale curbelor cu secţiune circulară sînt : diametrul $D$, raza de curbură $R_m$, unghiul la centru $\alpha$ şi numărul de segmenţi din care este compusă.

Numărul minim de segmenţi ca şi raza de curbură $R_m$ se ia în funcţie de diametrul canalului $D$ conform tabelului 7.

Construcţia unei curbe de 90° se poate realiza dintr-un număr de segmenţi interiori (5, 4 sau 3) şi doi segmenţi marginali, fiecare din aceştia fiind jumătate din mărimea unui segment interior.

Pentru a construi o curbă cu secţiune circulară vom folosi următoarea metodă, care, în cazul nostru va folosi 5 segmenţi interiori a căror

*Tabelul 7.* **Determinarea numărului minim de segmente și raza de curbură la curba cu secțiune circulară**

| $D$, mm | Numărul minim de segmente | | $R_{med}$, mm |
|---|---|---|---|
| | Îmbinare cu falț | Îmbinare cu sudură | |
| 0— 225 | 3 | 3 | Minimum 2 $D$ |
| 250— 450 | 4 | 4 | (2,0—1,60) $D$ |
| 500— 560 | 5 | 4 | (1,6—1,50) $D$ |
| 630— 800 | 6 | 4 | (1,5—1,3) $D$ |
| 900—1 120 | 7 | 5 | (1,3—1,1) $D$ |
| Peste 1 120 | 8 | 5 | (1,1—1,0) $D$ |

unghi la centru este de 15° și 2 segmenți marginali cu unghiul la centru de 7,5°.

Desfășurarea se face numai pentru segmentul marginal (fig. 51).

Se desenează pe planșetă vederea laterală a cotului, notînd diametrul, centrul curburii și raza de curbură astfel: cu centrul în punctul $O$ și cu o rază $R_m = 1{,}6\ D$ se trasează un arc de cerc. Prin punctul $O$ se duc dreptele $OM$ și $ON$ la 90°, care intersectează arcul trasat în punctul $a$ și $a'$. Pe dreptele $OM$ și $ON$ de o parte și de alta lui $a$ și $a'$ se măsoară $D/2$ obținîndu-se punctele $b$, $c$, $b'$ și $c'$. Din $O$ ca centru și cu raza $Oc$ respectiv $Ob$ se duc două arce de cerc care trec și prin $b'$ și $c'$. Conturul obținut $cbb'c'$ este al curbei căutate.

Din punctul $O$, față de dreptele $OM$ și $ON$ se duc două drepte la 7,5° care intersectează cotul în punctele $I—I'$ și $II—II'$. Cele două segmente obținute sînt cele marginale numite și manșoane. Porțiunea rămasă din curbă, adică conturul $I—II—II'—I'$, se împarte în 5 părți egale obținînd segmentele interioare numite și felii, care avînd la centru un unghi de 15°, sînt de două ori mai mari decît manșoanele.

Pentru construcția desfășurată a manșonului se duce din punctul $a$ o perpendiculară la $ON$ pe care se așterne mărimea diametrului $D$ al curbei, construindu-se apoi cercul de rază $D/2$. Cercul obținut se împarte în 16 pînă la 20 părți egale. În figura noastră, el este împărțit în 20 părți egale, prin punctele de delimitare notate de la 1 la 10, pe fiecare jumătate a cercului, se duc paralele la $aa''$ care se prelungesc pînă intersectează proiecția manșonului $II—b—c—II'$. Aceste intersecții se numerotează cu $1'$; $2'$; $3'$; $4'$; $5'$; $6'$; $7'$; $8'$; $9'$ și $10'$ pe dreapta $bc$ și cu $1''$; $2''$; $3''$; $4''$; $5''$; $6''$; $7''$; $8''$; $9''$ și $10''$ pe dreapta $II—II'$.

Desfășurata manșonului se poate realiza în două variante, după cum trebuie să fie poziționată încheietura segmentelor pe partea inferioară (fig. 51, *b*) sau lateral (fig. 51, *c*)

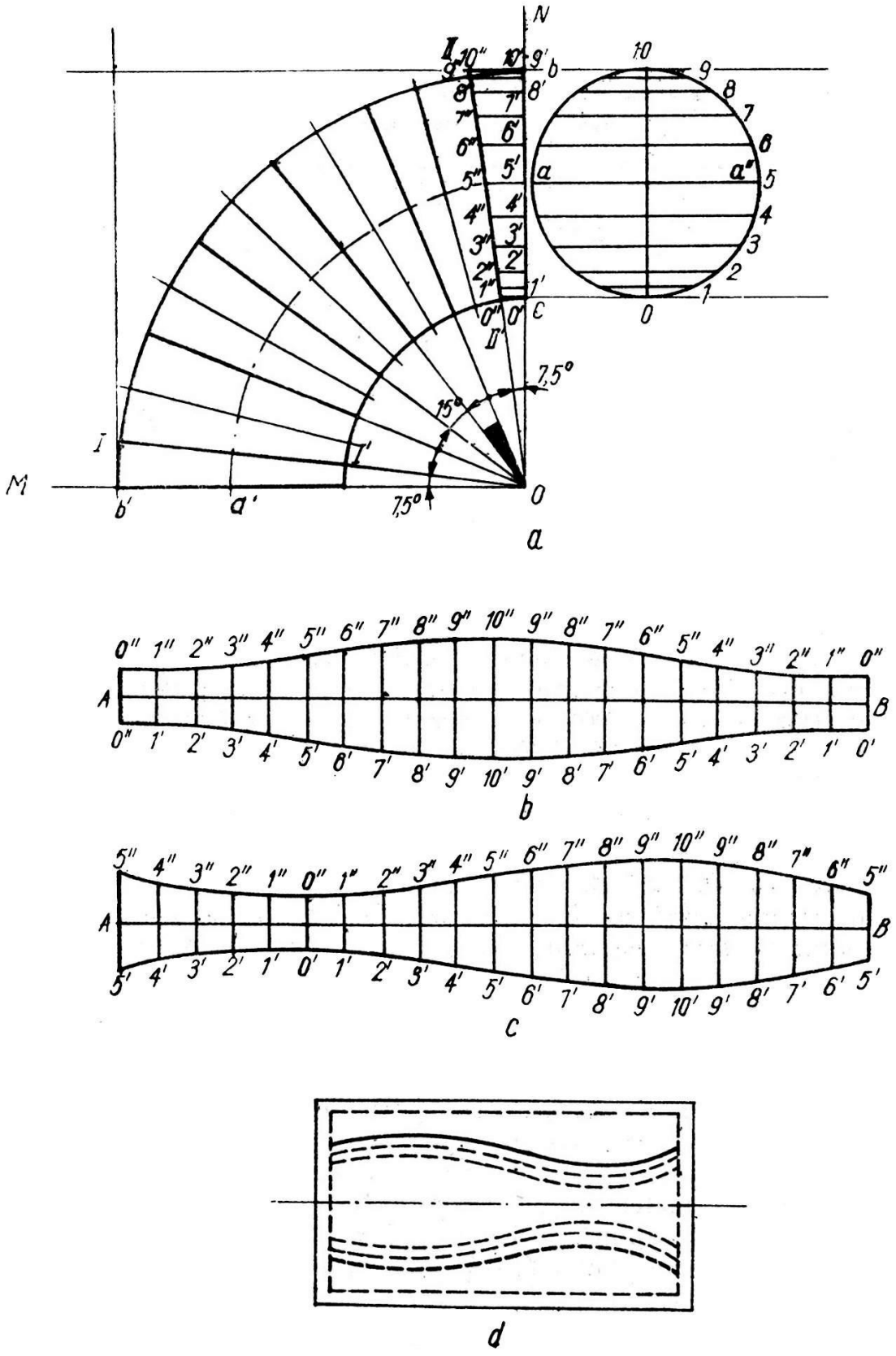



Fig. 51. Curbă cu secţiune circulară :

*a* — vedere laterală; *b* — desfăşurata segmentului de curbă cu cusătură inferioară; *c* — desfăşurata segmentului de curbă cu cusătură laterală; *d* — trasarea segmentelor pe tablă.

În primul caz (fig. 51, *b*) se ia o dreaptă $AB$ egală cu lungimea circumferinței secțiunii cotului $\pi D$ și se împarte aceasta în 20 părți egale. Prin aceste puncte se duc perpendiculare la $AB$, pe care de o parte și de alta a dreptei se pun în ordine măsurile corespunzătoare $0'—0''$; $1'—1''$; $2'—2''$ etc., numerotarea începînd de la punctul $0$ de pe cerc în sensul rotirii acelor unui ceasornic.

Unind punctele rezultate se obține desfășurata segmentului. Jumătate din această figură geometrică a cărei axă de simetrie este $AB$ este desfășurata manșonului.

În cazul al doilea (fig. 51, *c*) operația se desfășoară identic pînă în momentul transpunerii fragmentelor de generatoare numerotate de la punctul 5 de pe cerc în sensul rotirii acelor de ceasornic. Se observă că figura obținută nu mai are două axe de simetrie ca în primul caz, ci numai pe $AB$, avînd forma unui pește, încheietura segmentului respectiv a manșonului realizîndu-se lateral.

Acest mod de construcție conduce la o rezistență mai mare a curbelor, eforturile pe generatoare fiind minime în timpul exploatării.

În ambele cazuri se prevăd adaosuri pentru falțuri.

Pentru ușurința confecționării curbelor la 90°, se construiesc șabloane corespunzătoare diametrelor standardizate, trasarea segmentelor după șablon ducînd atît la rapiditatea și calitatea în execuție, cît și la folosirea optimă a foii de tablă, fără pierderi de material.

Trasarea segmentelor pe o tablă (fig. 51, *d*) se face așezînd șablonul manșonului pe foaia de tablă astfel ca să rămînă în partea de sus adaosul pentru flanșă, iar în partea inferioară adaosul pentru falțuri.

Urmează apoi așezarea șablonului alternativ, lăsînd mereu adaosurile pentru falțuri pînă se trasează toate segmentele și al doilea manșon.

### 3. Cot etajat de secțiune circulară

Cotul etajat este o piesă specială care leagă două canale ce se găsesc în plane diferite. El se trasează din două semicoturi, fiecare fiind construit din mai multe tronsoane, în general din 3—4 (fără manșoane). Semicoturile se îmbină prin falțuri, fie direct unul cu altul, fie prin intermediul unei alte piese drepte.

Distanța dintre axele celor două canale drepte se notează prin $e$ (numită devierea etajului), iar lungimea cotului etajat se notează cu $L$. Raza de curbură, $R_{med}$ după care se construiesc semicoturile etajului se ia, în general, egală cu 1,5 pînă la 2 $D$.

Execuția cotului etajat începe cu construirea vederii laterale, determinarea lungimii piesei de legătură $l$ și împărțirea semicoturilor în tronsoane.

Pentru a construi vederea laterală se trasează pe foaia de tablă două drepte paralele $AB$ și $CD$ la distanța $e$ dintre ele și se notează cu $L$ lungimea cotului etajat (fig. 52).

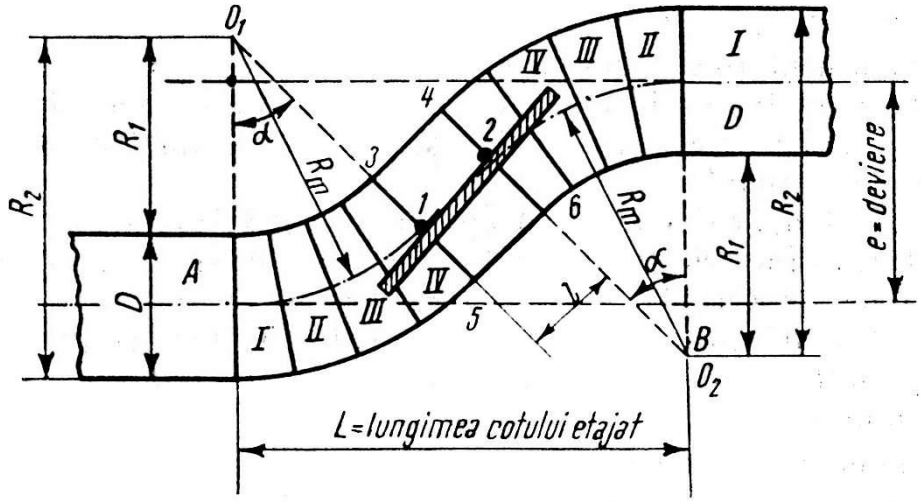



Fig. 52. Cot etajat de secțiune circulară.

Din punctele $A$ și $B$ se ridică perpendicularele $AC$ și $BD$, iar $A$ și $D$, cu raze egale cu $R_{med}$ se duc arce de cerc care intersectează dreptele $AC$ și $BD$ obținînd vîrfurile $O_1$ și $O_2$ ale unghiurilor semicoturilor.

Din centrele $O_1$ și $O_2$ cu aceeași rază se duc arcele de cerc care reprezintă axele curbe ale semicoturilor și cu ajutorul unei rigle se unesc aceste arce cu o dreaptă tangentă la ele.

Distanța $l$ dintre punctele *1* și *2* în care dreapta este tangentă la arce, va fi lungimea piesei drepte de legătură. Punctele *1* și *2* se unesc cu vîrfurile $O_1$ și $O_2$ și se obțin unghiurile $\alpha$ ale semicoturilor cotului etajat.

Din centrele $O_1$ și $O_2$ cu razele $R_1$ și $R_2$ se duc arce de cerc pînă la intersecția cu celelalte laturi ale unghiurilor semicoturilor și se trasează dreptele *3—4* și *5—6*. Se împart semicoturile în numărul dat de tronsoane, în funcție de diametrul conductei și se obține vederea laterală a cotului etajat.

Pentru o construcție corectă a vederii laterale, lungimea cotului etajat $L$ în cazul în care sînt date devierea $e$ și raza medie de curbură $R_{med}$ trebuie să fie astfel încît axele curbe să nu intersecteze. Ele pot fi cel mult tangente, caz în care cotul etajat va fi constituit din două semicoturi, fără piesă de legătură dreaptă.

Desfășurarea tronsonului semicotului și a piesei cilindrice de legătură se execută după metoda prezentată anterior; înălțimile curburii interioare și exterioare ale tronsonului se iau din vederea laterală construită. Executarea și asamblarea părților cotului etajat se fac prin procedeele arătate.

## 4. Cot etajat de secţiune dreptunghiulară

Etajele de secţiune dreptunghiulară sau pătrată se execută din patru elemente : doi pereţi laterali identici şi doi pereţi (superior şi inferior) de asemenea identici (fig. 53, *a*). Desfăşurata pereţilor laterali (fig. 53, *b*) se construieşte la fel ca vederea laterală a cotului etajat de secţiune circulară.

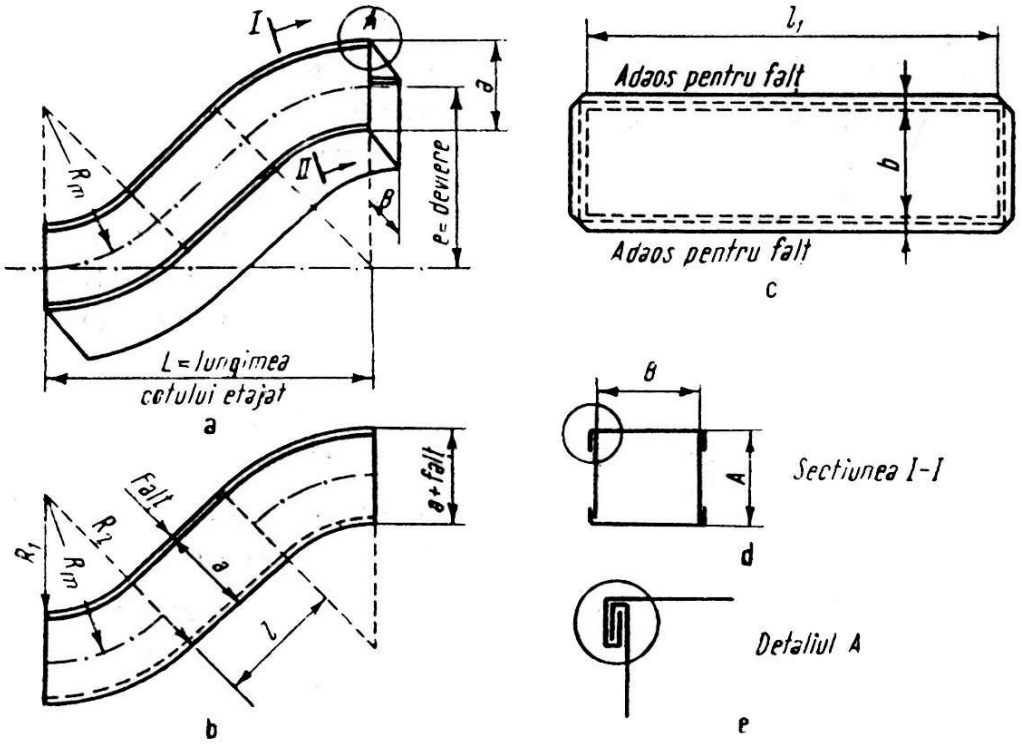



Fig. 53. Cot etajat de secţiune dreptunghiulară :
*a* — vedere de ansamblu; *b* — defăşurata peretelui lateral; *c* — desfăşurata peretelui superior şi inferior; *d* — secţiunea transversală a cotului etajat; *e* — detaliul falţului de colţ.

Dimensiunile pereţilor superior şi inferior se determină după o latură a canalului şi după marginile peretelui lateral (fig. 53, *c*).

Executarea şi asamblarea părţilor cotului etajat de secţiune dreptunghiulară se fac după procedeele arătate (fig. 53, *d* şi *e*).

## 5. Reducţie dreaptă circulară

În general, toate reducţiile au rolul de a realiza asamblarea a două canale de secţiuni diferite, atît ca formă, cît şi ca dimensiune.

În exemplele care vor urma se va arăta construcţia diferitelor tipuri de reducţii, care în funcţie de sensul mişcării aerului în canal şi de modul în care este realizată schimbarea secţiunii, de la mare la mic sau de la mic la mare, se pot numi confuzoare sau, respectiv, difuzoare.

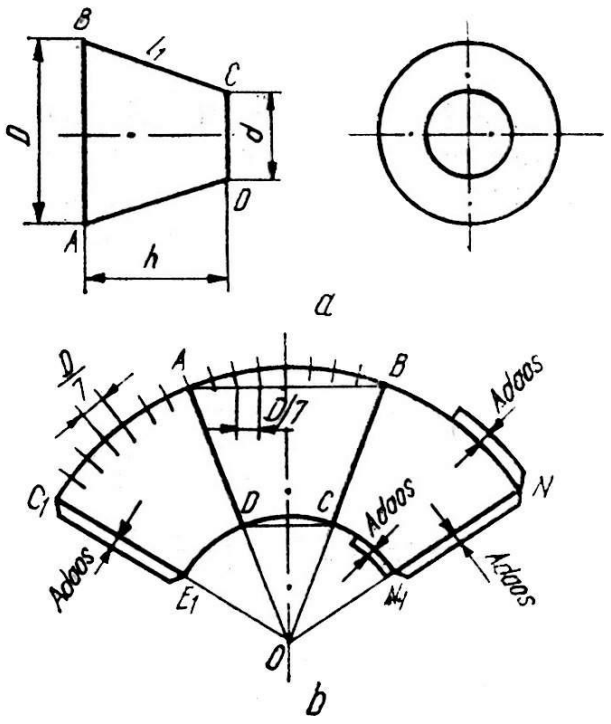



Fig. 54. Desfășurata reducției drepte cu vîrf accesibil :
*a* — reducția; *b* — desfășurata reducției.

În figura 54, *a* se arată modul de trasare a reducției drepte de secțiune circulară cu vîrf accesibil. Avînd diametrele celor două baze $D$ și $d$ și înălțimea $h$ se construiește vederea laterală a reducției. Pentru construirea desfășuratei (fig. 54, *b*) se prelungesc liniile $AD$ și $BC$ pînă la intersecția lor în punctul $O$. Din punctul $O$ se duc două arce ; unul prin punctul $A$, iar celălalt prin punctul $D$. Dintr-un punct oarecare $C_1$ al arcului superior se măsoară pe acesta lungimea circumferinței bazei conului, egală cu $3{,}14\ D$. Punctele $C_1$ și $N$ se unesc cu vîrful $O$. Figura $C_1NN_1E_1$ este desfășurata trunchiului de con. La desfășurata obținută se prevăd adaosurile pentru falț.

Lungimea circumferinței bazei conului poate fi așezată pe desfășurată și astfel se împarte grafic diametrul în 7 părți și cu ajutorul compasului se trasează pe arcul superior 22 de astfel de părți.

### 6. Reducția dreaptă cu secțiune dreptunghiulară

Trasarea reducției de la o secțiune dreptunghiulară la o altă secțiune dreptunghiulară, axul acestora fiind același, se execută în **două tipuri :**

1. *Cînd secțiunea bazelor reducției este pătrată*, atunci desfășurata se execută ca și la trunchiul de con, considerînd diametrele bazelor trunchiului de con egale cu diagonalele pătratelor $d$ și $d_1$ (fig. 55). Pe arcul desfășuratei se înscriu, unul după altul, toți cei 4 pereți *a*, *b*, *c* și *d* cu înălțimea plus adaosul pentru falțuri și flanșe. Fiecare perete se trasează succesiv, lipit de cel precedent, astfel încît toți cei 4 pereți apar pe o singură foaie, care apoi se îndoaie după semnele făcute, pentru a se obține piesa.

2) *Cînd reducțiile nu au baze de formă pătrată, ci dreptunghiulară*, atunci fiecare perete se desenează separat, după dimensiunile date (fig. 56). În acest caz lungimea $l$ a peretelui $ABCD$ se ia egală cu muchia $FE$, iar lungimea $L_1$ a peretelui $FEHG$, egală cu muchia $AB$. La dimensiunile obținute se prevede adaosul pentru falțuri și flanșe.

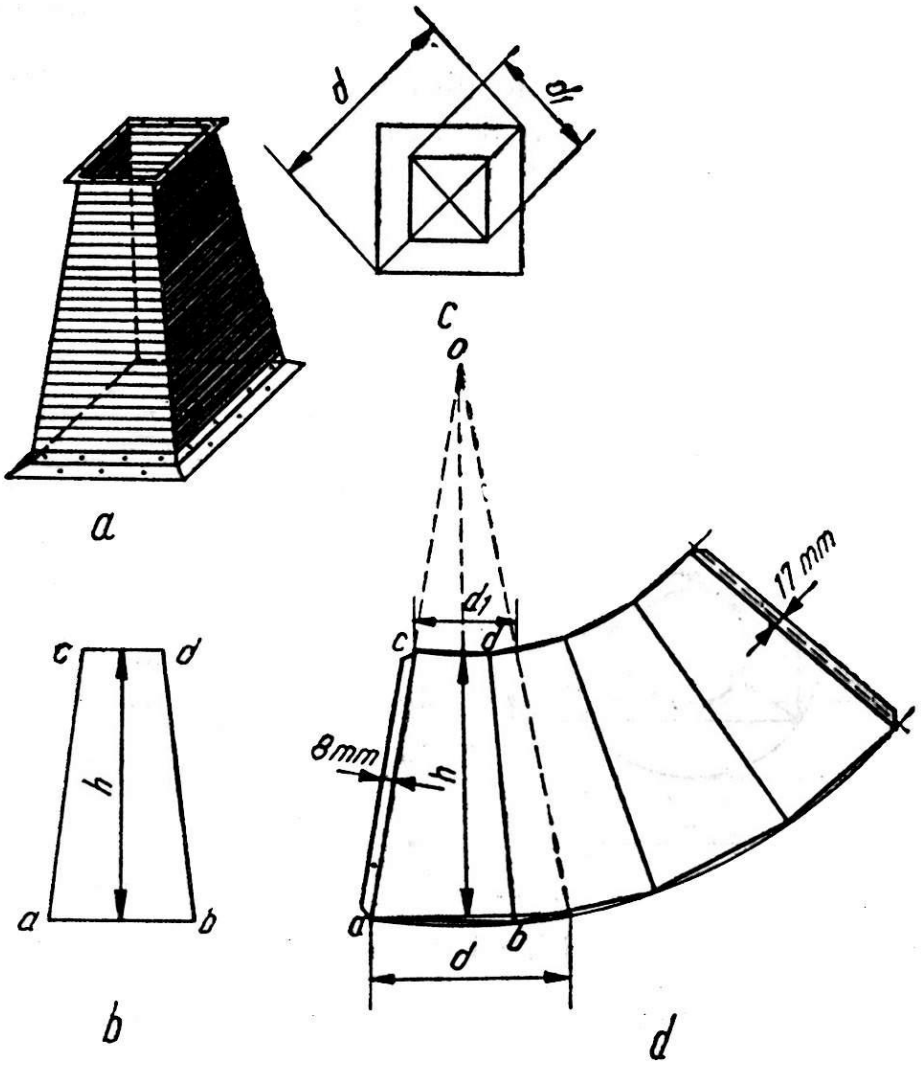



Fig. 55. Desfășurata reducției de la o secțiune pătrată la o altă secțiune pătrată :

*a* — vedere de ansamblu; *b* — vedere laterală; *c* — vedere de sus; *d* — desfășurata.

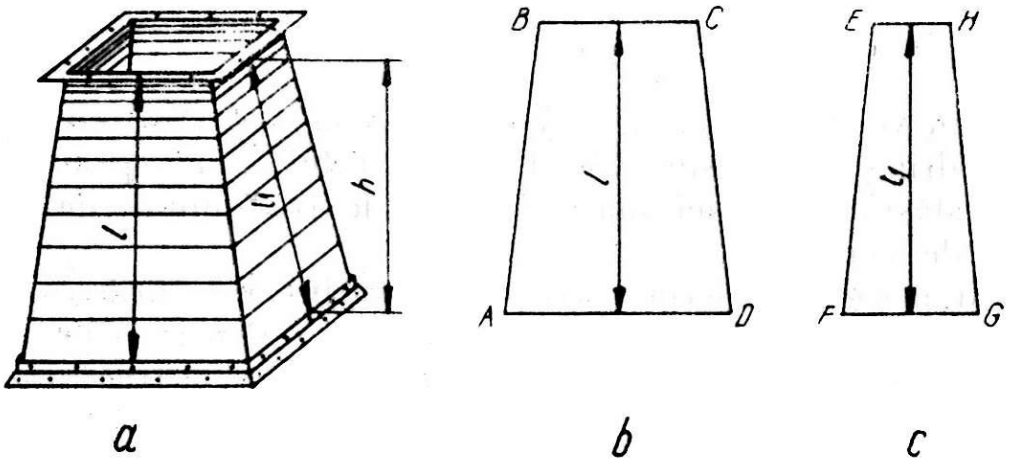



Fig. 56. Desfășurata reducției de la o secțiune dreptunghiulară la altă secțiune dreptunghiulară :

*a* — vedere de ansamblu; *b*, *c* — secțiuni longitudinale.

## 7. Reducția de la o secțiune dreptunghiulară la o secțiune circulară

Trasarea se face în funcție de dimensiunile secțiunii dreptunghiulare $A \times B$, diametrul $d$ și înălțimea $h$ (fig. 57, *a*, *b*).

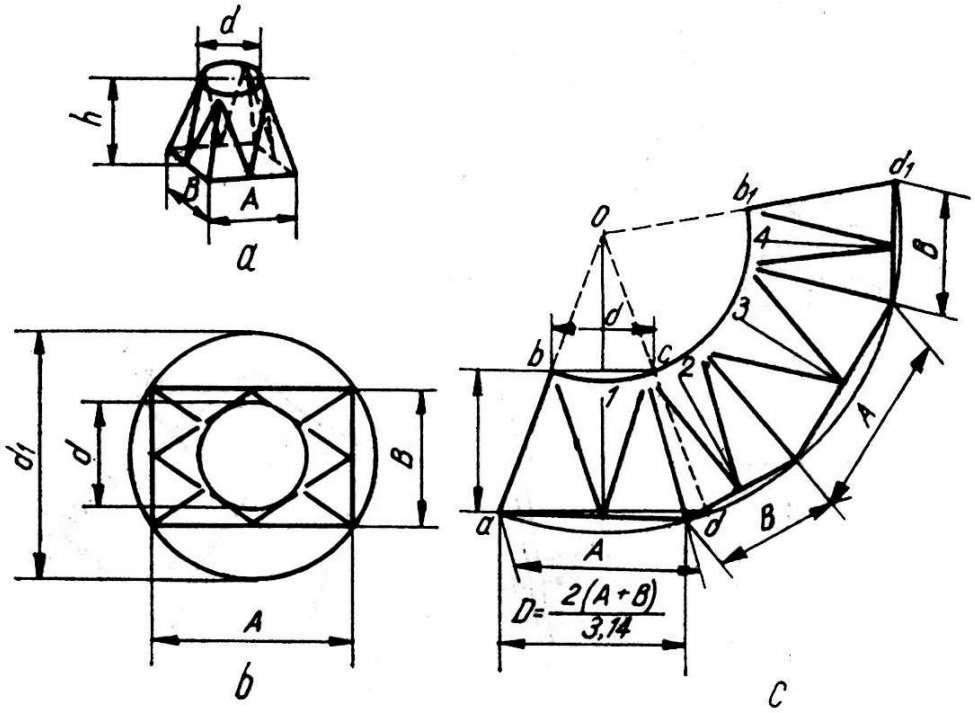



Fig. 57. Desfășurata reducției de la o secțiune circulară la o secțiune dreptunghiulară :
*a* — reducție; *b* — vedere de sus; *c* — desfășurata reducției.

Desfășurata acestei reducții se execută la fel ca și desfășurata trunchiului de con a cărei bază mare are diametrul astfel încît lungimea circumferinței $\pi D$ să fie egală cu perimetrul bazei dreptunghiulare date a reducției, $2(A+B)$. Deci : $3{,}14\ D = 2(A+B)$, de unde :

$$D = \frac{2(A+B)}{3{,}14} = 0{,}63\ (A+B).$$

Construim vederea laterală a trunchiului de con *abcd* cu diametrul *d* și *D* și înălțimea *h*, găsim vîrful desfășuratei *O*, iar prin punctele *a* și *b* ale desfășuratei bazei mari și mici ale trunchiului de con se duc două arce de cerc.

Pe arcul mare se înscriu succesiv dimensiunile laturilor bazei dreptunghiulare a reducției *A*—*B*—*C*—*D* (fig. 57, *c*). Pentru a permite o trecere continuă la îndoire, pe desfășurata obținută se trasează liniile de îndoire *1*, *2*, *3* și *4*. Aceste linii sînt orientate către punctul *O* și au o lungime de circa $\frac{2}{3}h$. Liniile de îndoire suplimentare dispuse de ambele părți ale bazei se execută practic la îndoire.

## 8. Reducția oblică cu secțiune circulară

În acest caz se construiește desfășurata unui trunchi de con oblic (fig. 58) care are înălțimea $H$, diametrul bazei mari $D$, diametrul bazei mici $d$, iar distanța între centrele bazelor $e$.

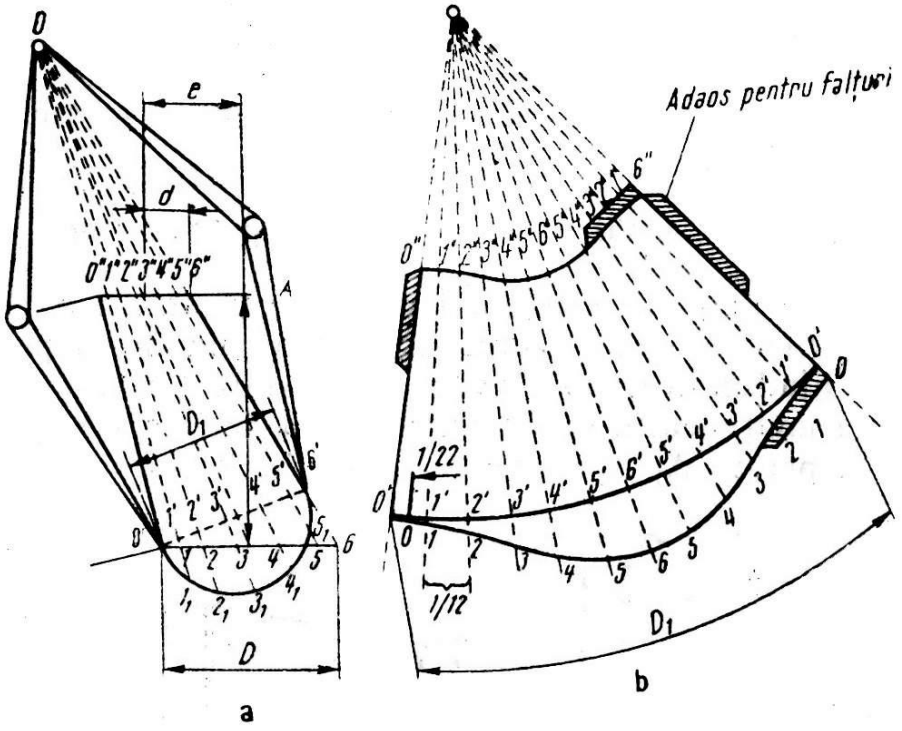



Fig. 58. Desfășurata reducției oblice de secțiune circulară:
*a* — vedere laterală;
*b* — desfășurata.

Se construiește vederea laterală a trunchiului de con (fig. 58, *a*). Din mijlocul bazei mari (*O*—*6*) se ridică o perpendiculară cu înălțimea $H$ a trunchiului de con, pînă în punctul *A*.

Din punctul *A* se duce o paralelă la baza mare, pe care la o distanță *e* de la punctul *A* se găsește centrul diametrului bazei mici. Se construiește astfel baza mică de diametru *d* (*O*″—*6*″). Din prelungirea vederii laterale se determină la intersecție punctul *O*. Cu centrul în *O* și cu raza *O*—*O*′ se găsește punctul *6*′. Se obține un con drept *O*—*O*′—*6*′. Se măsoară diametrul *O*′—*6*′ și se construiește un semicerc care se împarte în 6 părți egale. Punctele de diviziune $l_1$, $2_1$, $3_1$, $4_1$ și $5_1$ se transpun cu ajutorul unor drepte perpendiculare pe diametrul *O*′—*6*′ și se obțin punctele *1*′, *2*′, *3*′, *4*′ și *5*′, care se unesc cu vîrful *O*. Prelungind razele obținute pînă la diametrul *O*′—*6* se obțin punctele *1*, *2*, *3*, *4* și *5*.

Desfășurata se construiește similar cu a trunchiului de con drept (fig. 58, *b*). Cu centrul în punctul *O* se descrie un arc de cerc avînd lungimea desfășuratei bazei mari a conului drept (*O*—*6*′). Acest arc, egal cu $3{,}14 \times D_1$ se împarte în 12 părți egale, punctele unindu-se cu vîrful *O*. Din punctele *1*′, *2*′, *3*′, *4*′, *5*′ și *6*′ se transpun în jos, pe razele duse, lungimile segmentelor *1*′—*1*, *2*′—*2*, *3*′—*3*, *4*′—*4*, *5*′—*5* și *6*′—*6*

din figura 58, *a*. Astfel se obțin punctele *1*, *2*, *3*, *4*, *5* și *6* care unindu-se între ele formează o curbă continuă, aceasta fiind marginea inferioară a desfășuratei reducției oblice.

Pentru a se obține desfășurata bazei mici (marginea superioară) se duc în sus din punctele *1*, *2*, *3*, *4*, *5* și *6* distanțele *0'—0''*, *1'—1''*, *2'—2''* etc., egale cu segmentele *0'—0''*, *1'—1''*, *2'—2''* etc., din vederea laterală (fig. 58, *a*). Punctele *0''* *1''*, *2''* etc. se unesc cu o curbă continuă.

La conturul obținut al desfășuratei se prevede adaosul pentru falțuri și flanșe.

### 9. Reducție oblică cu secțiune dreptunghiulară

Această piesă este un trunchi de piramidă oblic.

Pentru trasarea corectă, se face un desen pe hîrtie la scara 1 : 2 conținînd proiecția verticală și orizontală a piesei. Din proiecții se determină înălțimea fiecărei fețe, care sînt de formă trapezoidală, și formează cei 4 pereți. Apoi se trece la trasarea lor, separat, dacă sînt de dimensiuni mari, sau alăturați, fără a se lăsa între ei adaosul pentru falțuri, dacă sînt de dimensiuni mici. Se adaugă la baze o fîșie egală cu lățimea flanșei plus cea necesară pentru îndoitura peste flanșe.

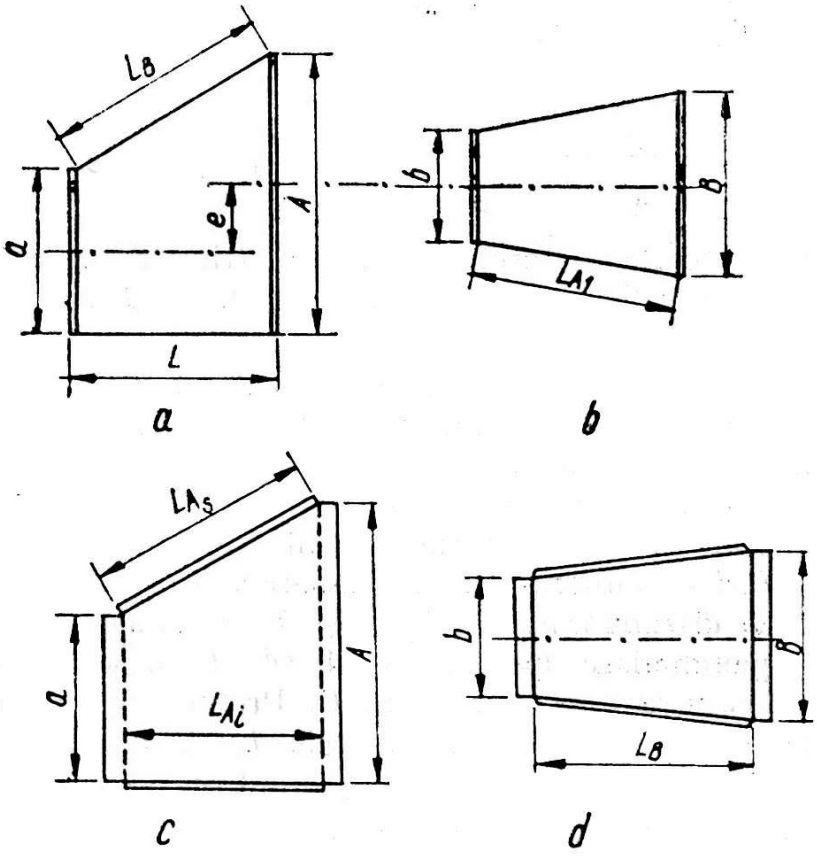



Fig. 59. Desfășurata reducției oblice cu secțiune dreptunghiulară :
*a* — vedere laterală; *b* — vedere de sus; *c* — pereții laterali; *d* — peretele superior.

În funcție de situația de pe teren putem avea o dezaxare numai într-un plan sau în ambele planuri (de exemplu cazul unui difuzor care leagă un canal de aer de o baterie de încălzire). În primul caz apar ca necesare trei tipare de pereți : unul *A* pentru cei doi pereți laterali care sînt iden-

tici, unul $B$ pentru partea de sus și altul $C$ pentru partea de jos (fig. 59). Din figură se vede că lungimea $LA_i$ (lungimea [piesei la partea inferioară) se poate lua după figura 59, *b* în timp ce $LA_s$ (lungimea piesei la partea superioară) va rezulta din figura 59, *c*.

### 10. Reducție oblică de la o secțiune circulară la o secțiune dreptunghiulară

Construcția unei astfel de reducții comportă o rezolvare mai complexă ca urmare a dificultății piesei respective.

Cunoscînd dimensiunile *a* și *b* ale bazei inferioare de secțiune dreptunghiulară, diametrul *d* al bazei superioare, înălțimea reducției *h* și excentricitatea *e* dintre centrele celor două baze, se desenează pe o foaie de tablă vederea laterală și în plan a reducției (fig. 60, *a*, *b*).

Pentru a se construi vederea laterală se trasează segmentul *a* și din mijlocul lui se ridică o perpendiculară pînă în punctul *N*, egală cu înălțimea reducției *h*. Prin *N* se duce o paralelă la baza *a*, pe care se trasează din punctul *N* spre stînga excentricitatea *e*. Punctul *O* va fi centrul bazei superioare a reducției. De ambele părți ale lui *O* se trasează segmentele $\frac{d}{2}$ și se duc muchiile laterale *1* și *5*. Tot pe vederea laterală se trasează muchiile *2* și *4*. Vederea în plan a reducției se construiește, trasînd axele bazelor și liniile corespunzătoare ale bazelor și îndoirilor (fig. 60, *b*).

**În figura 60, *c* se arată construirea desfășuratei reducției, care se realizează astfel :**

Pe axa $O—O_1$ la o distanță de 10—15 mm de marginea foii de tablă, în partea superioară, prin punctul $O_2$, se duce o perpendiculară, pe care în ambele părți ale axei se trasează segmente egale cu jumătatea laturii bazei, adică $\frac{b}{2}$, obținîndu-se punctele $K$ și $K_1$, adică segmentul $KK_1 = b$. Pe axă, din punctul $O_2$ se măsoară în jos lungimea peretelui din spate *1* al reducției și se obține punctul *P*. Unind punctele $K$ și $K_1$ cu punctul *P* se obțin laturile *I* ale triunghiului, care reprezintă desfășurata peretelui *A* al reducției. Pentru construirea pereților *B* și *F*, adiacenți cu *A*, se determină pozițiile în care se găsesc punctele $M$ și $M_1$ ; ele se vor găsi față de punctul $K$ (sau $K_1$) la o distanță egală cu 1/4 din lungimea circumferinței bazei superioare [a] reducției, adică $\frac{1}{4} \pi d$.

**Pentru aflarea mărimii efective a îndoiturii *2* din vederea laterală,** se transpune mărimea aparentă a îndoiturii pe segmentul *2* (fig. 60, *d*). Perpendicular pe acest segment, din punctul *a* se trasează segmentul *as* egal cu dreapta *3* din vederea în plan (fig. 60, *b*) ipotenuza $II_0$ a

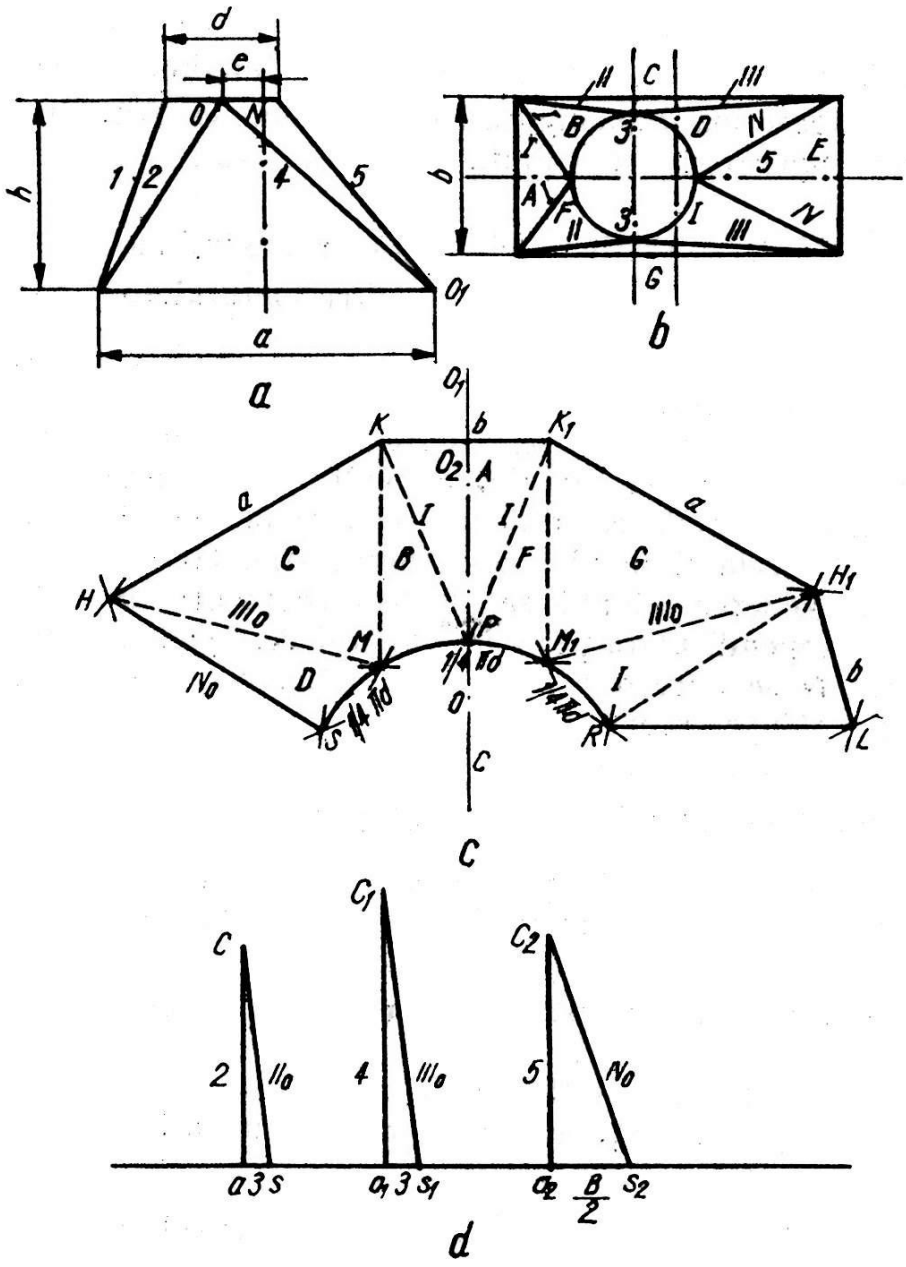



Fig. 60. Desfăşurata reducţiei oblice de la o secţiune circulară la o secţiune dreptunghiulară :
*a* — vedere laterală; *b* — vedere în plan; *c* — desfăşurata reducţiei; *d* — determinarea mărimii efective a muchiilor.

triunghiului dreptunghic, astfel construit, egală cu *sc* este mărimea efectivă a muchiei *2*. Cu compasul cu deschiderea egală cu $II_0$ (fig. 60, *c*) se descriu arce cu centrele în punctele $K$ şi $K_1$, iar cu o deschidere egală cu $\frac{1}{4}\,\pi\,d$ se descriu arce de cerc cu centrul în punctul $P$. Intersecţiile acestor arce determină punctele $M$ şi $M_1$ care unite cu $K$ şi $K_1$ dau pereţii $B$ şi $F$.

**Pereţii *C* şi *G* se eonstruiesc cu aceeaşi metodă.** Din $K$ şi $K_1$ cu raze egale cu lungimea laturii bazei inferioare $a$ şi din $M$ şi $M_1$ cu raze egale cu segmentul $III_0$, se trasează arce de cerc care se intersectează în punctele $H$ şi $H_1$. Segmentul $III_0$ este mărimea efectivă a muchiei *4*

din vederea laterală. Determinarea grafică a segmentului $III_0$ se face prin construirea triunghiurilor $a_1s_1c_1$, avînd catetele *4* şi *3* (fig. 60, *d*). Unind punctele $M$ şi $M_1$ cu $H$ şi $H_1$ se obţine desfăşurata pereţilor $C$ şi $G$.

**Pereţii** $I$ **şi** $G$ **se construiesc** ducînd din punctele $H$ şi $H_1$ cu raze egale cu segmentul $IV_0$ şi din punctele $M$ şi $M_1$ cu raze egale cu $\frac{1}{4}\pi d$, arce de cerc care se intersectează în punctele $S$ şi $R$. Unind aceste puncte cu $H$ şi $H_1$ se obţin pereţii $D$ şi $I$. Mărimea efectivă a muchiei $IV_0$ se obţine ca şi în cazurile precedente.

**Peretele E se construieşte în mod similar cu peretele A.** Din punctul $H_1$, cu o rază egală cu $b$, şi din $R$, cu o rază egală cu segmentul $IV_0$ se duc arce de cerc care se intersectează în punctul $L$. Punctele $S$, $M$, $P$, $M_1$ şi $R$ se unesc cu o curbă continuă.

În cazul reducţiilor cu dimensiuni prea mari se croiesc pereţii pe foi de tablă diferite.

## 11. Ramificaţie simplă cu secţiune circulară

Această piesă specială serveşte la ramificarea canalului de aer, fiind formată din canalul principal şi braţul ramificat al cărui ax se înclină faţă de axa canalului cu unghiul $\alpha = 15...35°$ (fig. 61).

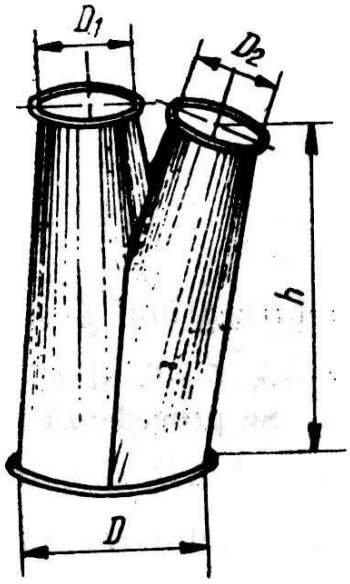


Fig. 61. Ramificaţie simplă cu secţiune circulară.

**Trasarea unei ramificaţii simple de secţiune circulară presupune cunoaşterea următoarelor elemente :** (fig. 62, *a*) : $D$ — diametrul canalului circular ; $h$ — înălţimea piesei speciale luată pe axa canalului care se ramifică ; $\alpha$ — unghiul de ramificaţie ; $D_1$ — diametrul triunghiului ramificaţiei ; $D_2$ — diametrul braţului ramificaţiei ; $s$ — înălţimea braţului ramificaţiei măsurată din punctul de ramificare $c$ de pe ramura principală.

Pe foaia de tablă se desenează dreapta orizontală $AB$ (fig. 62, *b*) cu lungimea egală cu circumferinţa cercului de bază al ramificaţiei ($D$) ; se ia punctul $O$ mijlocul acestui segment, iar din acesta se ridică o perpendiculară pînă la $O'$, distanţa $OO'$ fiind egală cu $h$.

La o distanţă egală cu $0{,}12\,D$ de dreapta $AB$ se trasează o paralelă, iar din punctul $O$ se duc arcele de cerc cu raza $OA'$ şi $OB'$ egală cu $\frac{\pi D}{2}$, punctele $A'$ şi $B'$ găsindu-se la intersecţia lor cu paralela dusă. Segmentele $OA'$ şi $OB'$ se împart în 4 părţi egale, fiecare dintre ele

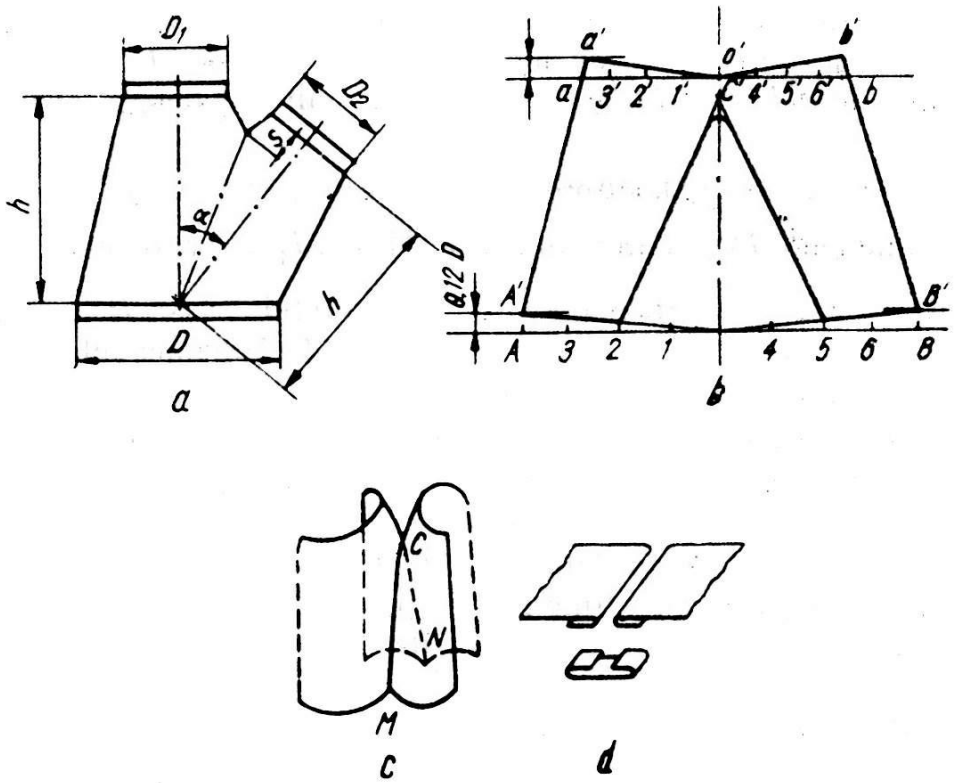



Fig. 62. Desfășurata unei ramificații simple cu secțiune circulară.

reprezentînd $\frac{\pi D}{8}$ și anume *O—1*, *1—2*, *2—3* și *3—A'*, respectiv *O—4*, *4—5*, *5—6*, și *6—B'*.

**Se procedează analog din punctul *O'*:** se trasează dreapta *ab*, paralelă cu *AB*, se găsesc punctele *a* și *b* aflate la o distanță egală cu $\frac{\pi D_1}{2}$ de punctul *O'*, apoi *a'* și *b'* determinate de intersecția arcelor de cerc de rază *O'a'* și *O'b'* egală cu $\frac{\pi D_1}{2}$ și paralela dusă la dreapta *ab* la distanța 0,12 *D*, iar în final se împart segmentele *O'a'* și *O'b'* în cîte 4 părți fiecare, notînd limitele lor cu *1'*, *2'*, *3'* și *a'*, respectiv *4'*, *5'*, *6'* și *b'*.

Pe dreapta *OO'* se ia segmentul *O'C=s* și se unește punctul *C* cu punctele *2* și *5*. Conturul *C—2—A'—a'—O'—b'—B—5—C* reprezintă desfășurata trunchiului principal al ramificației.

Pentru trasarea desfășuratei brațului ramificației cu diametrul secțiunii circulare $D_2$, înălțimea ramificației *h*, înălțimea brațului secundar *s* și diametrul secțiunii de racordare cu tubulatura principală *D*, folosim aceeași metodă.

Pentru decuparea desfășuratei se iau în considerație adaosurile pentru falț și pentru flanșe în cazul îmbinării prin fălțuire. În cazul îmbinării prin sudură tăierea se face fără a mai lua în considerație adaosul.

Cele două elemente componente ale piesei speciale se îmbină între ele după încheietura *MCN*, după care se încheie părțile laterale pentru formarea trunchiului principal și a brațului ramificat (fig. 62, *c*).

Încheietura *MCN* se va executa prin falțuri cu eclisă (fig. 62, *d*), iar încheieturile longitudinale se execută prin falțuri simple culcate.

## 12. Ramificație dublă cu secțiunea circulară

Este similară piesei descrisă anterior, cu deosebire că în acest caz, canalul principal se ramifică în două canale, iar diametrele și unghiurile ramificațiilor pot fi egale sau diferite (fig. 63).

Desfășuratele se trasează de obicei ca și în cazul ramificației simple.

## 13. Ramificație simplă cu secțiune rectangulară

Construcția unei ramificații simple cu secțiune dreptunghiulară sau pătrată constă în desenarea desfășuratelor pereților componenți ale căror dimensiuni rezultă din proiectul de execuție (fig. 64, *a*) unghiul de înclinare $L = 15...35°$ și înălțimea piesei *H*. Laturile canalului principal sînt *a* și *b*, laturile canalelor ramificate la care se îmbină piesa sînt *b* și *d* pe una din ramuri și *b* și *c* pe cealalată ramură, iar distanța măsurată pe axul canalului principal pînă la punctul de ramificare este *e*.

Din figură se observă că avem 5 pereți plani, 2 pereți laterali identici *A* și ceilalți 3 *B*, *C* și *D*.

**Pentru a construi desfășuratele lor procedăm astfel :** (fig. 64, *b*) : pe foaia de tablă se trasează segmentul *1—2* egal cu dimensiunea *a* a peretelui *A*. Din extremitățile segmentului se ridică cîte o perpendiculară pe care se măsoară *H*, obținînd punctul *3* și respectiv *e* pînă în punctul *5*. Prin punctul *3* se duce o paralelă la *1—2* și se măsoară dimensiunea *c*, obținînd dreapta *3—4*. La intersecția axei *O—O'* ce împarte segmentul *1—2* în două părți egale, cu paralela la același segment, dusă prin punctul *5*, se găsește punctul *6*. În acest punct se trasează unghiul $\alpha$ care reprezintă înclinarea brațului ramificat față de axa *O—O'*. Se deter-

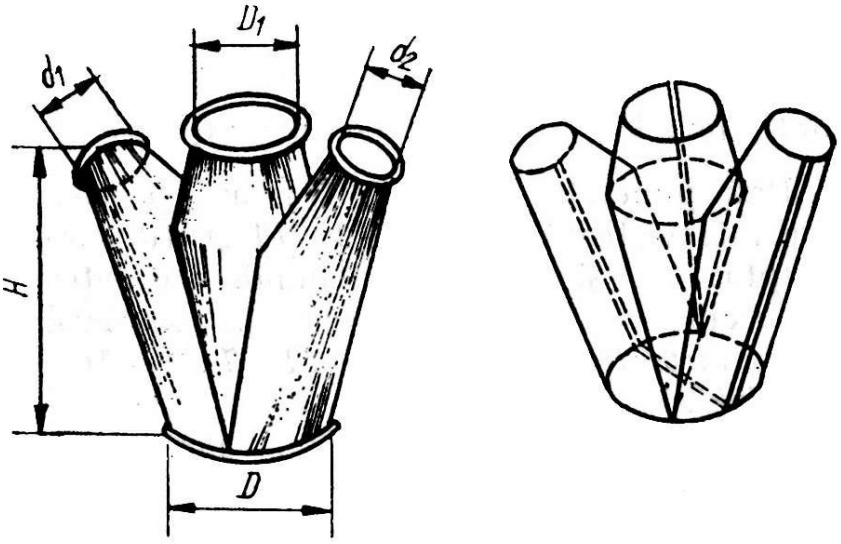



Fig. 63. Ramificație dublă cu secțiune circulară.

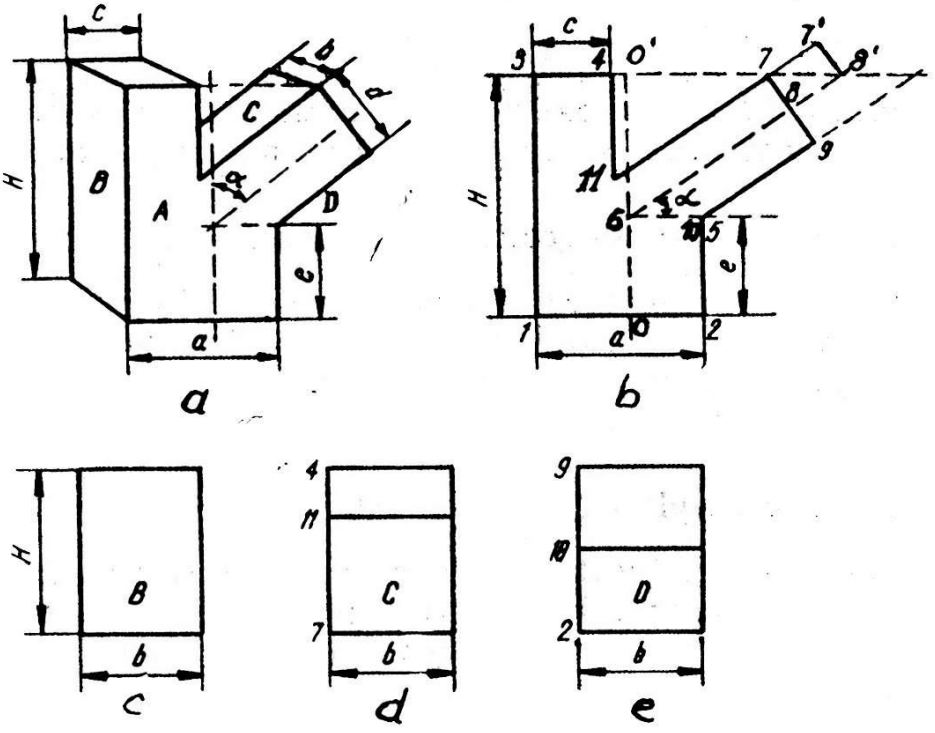



Fig. 64. Desfășurata ramificației simple cu secțiune rectangulară.

mină punctul *7* aflat pe prelungirea dreptei *3—4* la o distanță de axa brațului ramificat egală cu $\frac{d}{2}$. Acest lucru se realizează prin intersecția axei brațului ramificat cu prelungirea dreptei *3—4*, în punctul *8'*, din care se ridică o perpendiculară egală cu $\frac{d}{2}$ pînă în punctul *7'*. Prin *7'* se duce paralela la axa *6—8* și la intersecția cu direcția *3—4* se determină punctul *7*.

Din punctul *7* se coboară o perpendiculară pe axa *6—8'* determinînd punctele *8* și *9*, astfel ca distanțele *7—8* și *8—9* să fie egale cu $\frac{d}{2}$.

Prin punctele *7* și *9* se trasează paralele la axa brațului ramificat care intersectează în punctele *11* și *10* paralela dusă din punctul *4* la dreapta *1—3* și respectiv prelungirea dreptei *2—5*. În aceste puncte de intersecție se execută, prin curbe, racordările dreptelor respective.

*Conturul trasat 1—3—4—11—7—9—10—2—1 reprezintă desfășurata peretelui A.*

Construcția celorlalți pereți se face cunoscînd dimensiunile din plan și cotele rezultate din trasarea peretelui *A* (fig. 64, *c*, *d*, *e*).

La trasare se prevede adaosul pentru falțurile de îmbinare și pentru flanșe.

### 14. Ramificaţie dublă cu secţiune rectangulară

Construirea acestei ramificaţii se face în acelaşi mod ca şi în cazul precedent, indiferent dacă unghiurile celor două braţe ramificate sînt egale sau nu.

## C. ELEMENTE DE REGLAJ

Înaintea punerii în funcţiune a unei instalaţii de ventilare şi condiţionare a aerului sau chiar în timpul funcţionării este necesară reglarea debitelor de aer care circulă prin diferite porţiuni pentru a introduce sau evacua o cantitate mai mare sau mai mică de aer în unele încăperi sau locuri de muncă cu degajări nocive. Pentru aceasta ca şi pentru scoaterea din funcţiune a unor porţiuni din instalaţie, se folosesc **dispozitivele de reglaj,** care, în funcţie de aceste condiţii se împart în trei tipuri : 1) *clapete de reglaj ;* 2) *jaluzele de reglaj ;* 3) *şubăre.*

### 1. Clapete de reglaj

Sînt dispozitive formate dintr-o paletă neprofilată, din tablă de oţel, suficient de groasă spre a fi rezistentă : de 1 mm grosime pentru canale cu latura sau diametrul pînă la 300 mm ; de 1,25 mm pentru cele de 300—500 mm şi 1,50 mm pentru cele peste 500 mm.

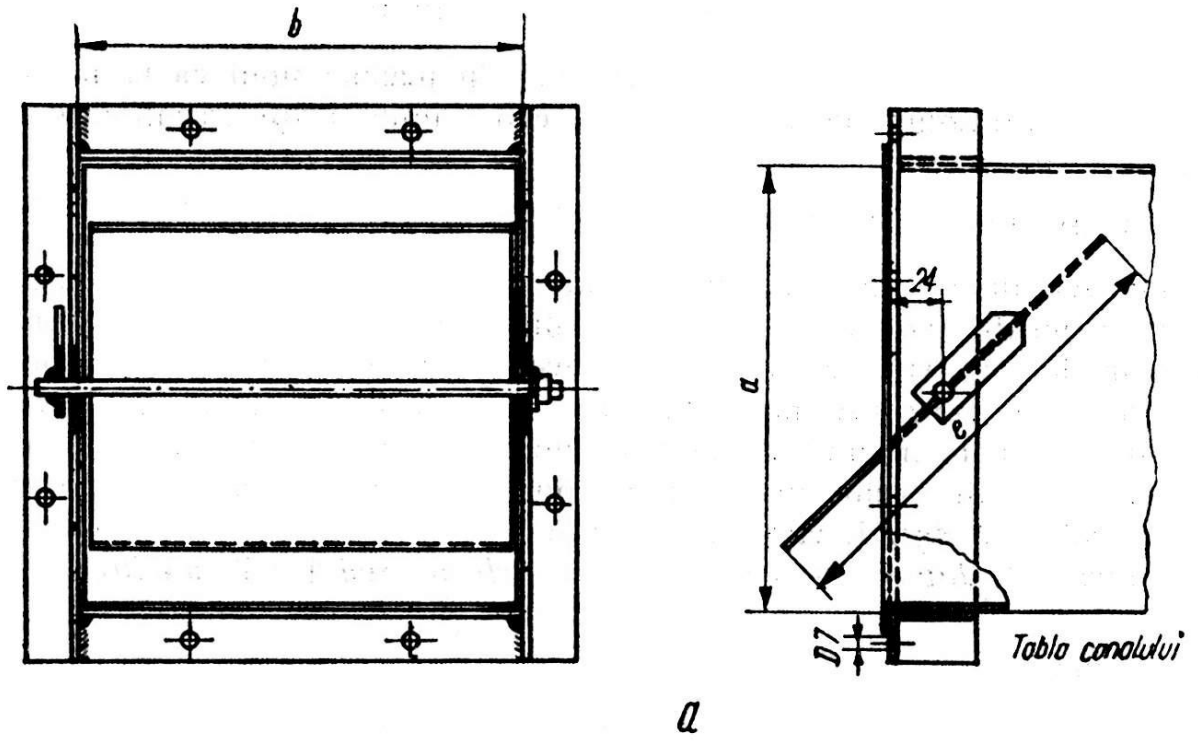
Clapetele pot avea axul de rotire central (tip fluture) sau la unul din capete.

**Tipurile de clapete care se execută în mod curent sînt :**

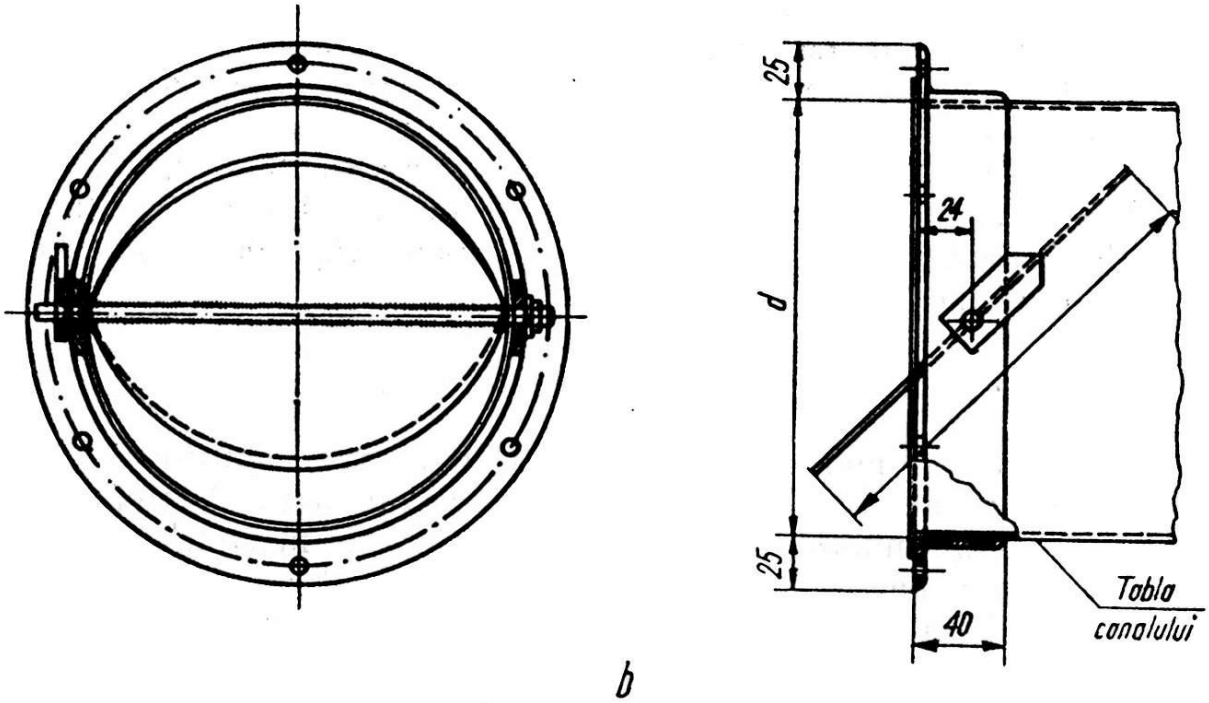
1) *Clapete de reglaj fără manetă* pentru canale dreptunghiulare (fig. 65, *a*) cu dimensiunile laturilor *a* sau *b* de la 100 × 100 pînă la 500 × 500 mm şi pentru canale circulare (fig. 65, *b*) cu diametrul de la 100 la 500 mm
2) *Clapete de reglaj cu manetă* pentru canale dreptunghiulare (fig. 66, *a*) cu dimensiunile laturilor *a* sau *b* de la 100 × 100 pînă la 1 000 × 1 000 mm şi pentru canale circulare (fig. 66, *b*) cu diametrul *d* de la 100 la 1 000 mm

### 2. Jaluzele de reglaj

Sînt clapete cu mai multe palete, profilate sau neprofilate care se montează pe canalele de ventilare de dimensiuni mari. Paletele jaluzelelor au marginile îndoite astfel ca să se îmbine cît mai etanş, nelăsînd să treacă aerul ; manevrarea paletelor se face simultan printr-un dispozitiv de pîrghii. Întregul sistem trebuie să funcţioneze uşor, fără eforturi la acţionare, iar paletele să fie echilibrate pentru a putea fi fixate în casete etanşe, prevăzute cu sistem de ungere. De asemenea paletele trebuie să fie plane, rezistente şi să nu vibreze la trecerea aerului.




a




b

Fig. 65. Clapetă de reglaj fără manetă :
*a* — pentru canale dreptunghiulare; *b* — pentru canale circulare.

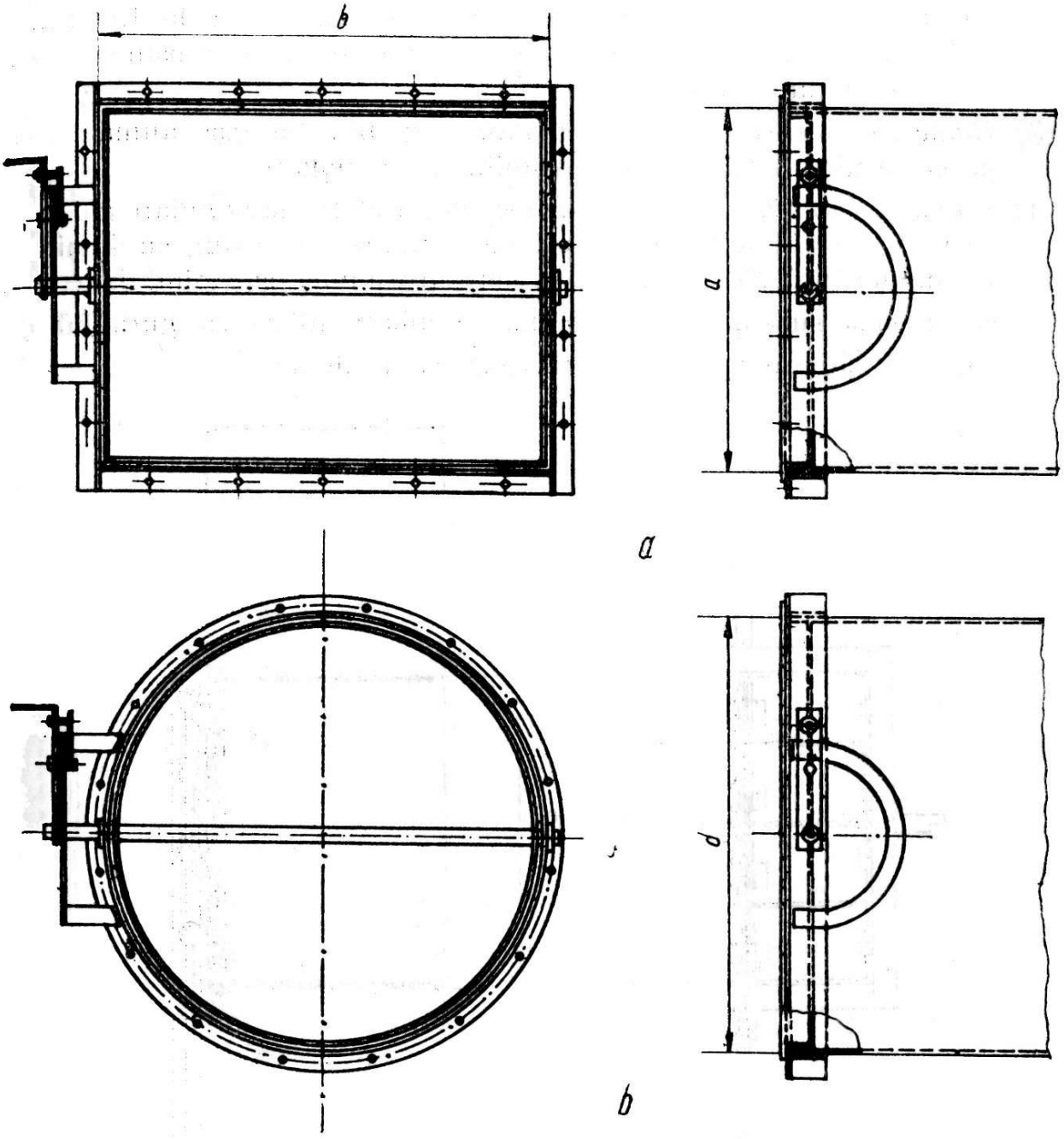



Fig. 66. Clapetă de reglaj cu manetă :
*a* — pentru canale dreptunghiulare; *b* — pentru canale circulare.

**Tipuri constructive :**

1) *Rame cu jaluzele reglabile* (fig. 67). Se montează pentru reglarea debitelor de aer la guri plasate pe pereți
2) *Rame cu jaluzele reglabile independent* (fig. 68). Jaluzelele se reglează o singură dată, definitiv, în poziția corespunzătoare debitului, se fixează cu ajutorul piulițelor, iar dacă este cazul se fixează ulterior rama cu plasa de sîrmă. Se confecționează în 11 mărimi

de la 100 la 1 000 mm pentru *a* și în 8 mărimi de la 100 pînă la 500 mm pentru *b*. Dimensiunea *g* este dată de grosimea zidului în care se montează

3) *Rame cu jaluzele reglabile simultan* (fig. 69). Servesc numai la dirijarea aerului, fără a avea posibilități de reglare

4) *Rame cu jaluzele pentru suprapresiune.* Pot fi rectangulare sau circulare (fig. 70) și servesc ca guri de refulare a aerului, cu închiderea în momentul în care încetează suprapresiunea sau cînd în exterior se creează suprapresiune. Rama se poate folosi ca gură independentă în zidărie sau racordată la un canal de aer

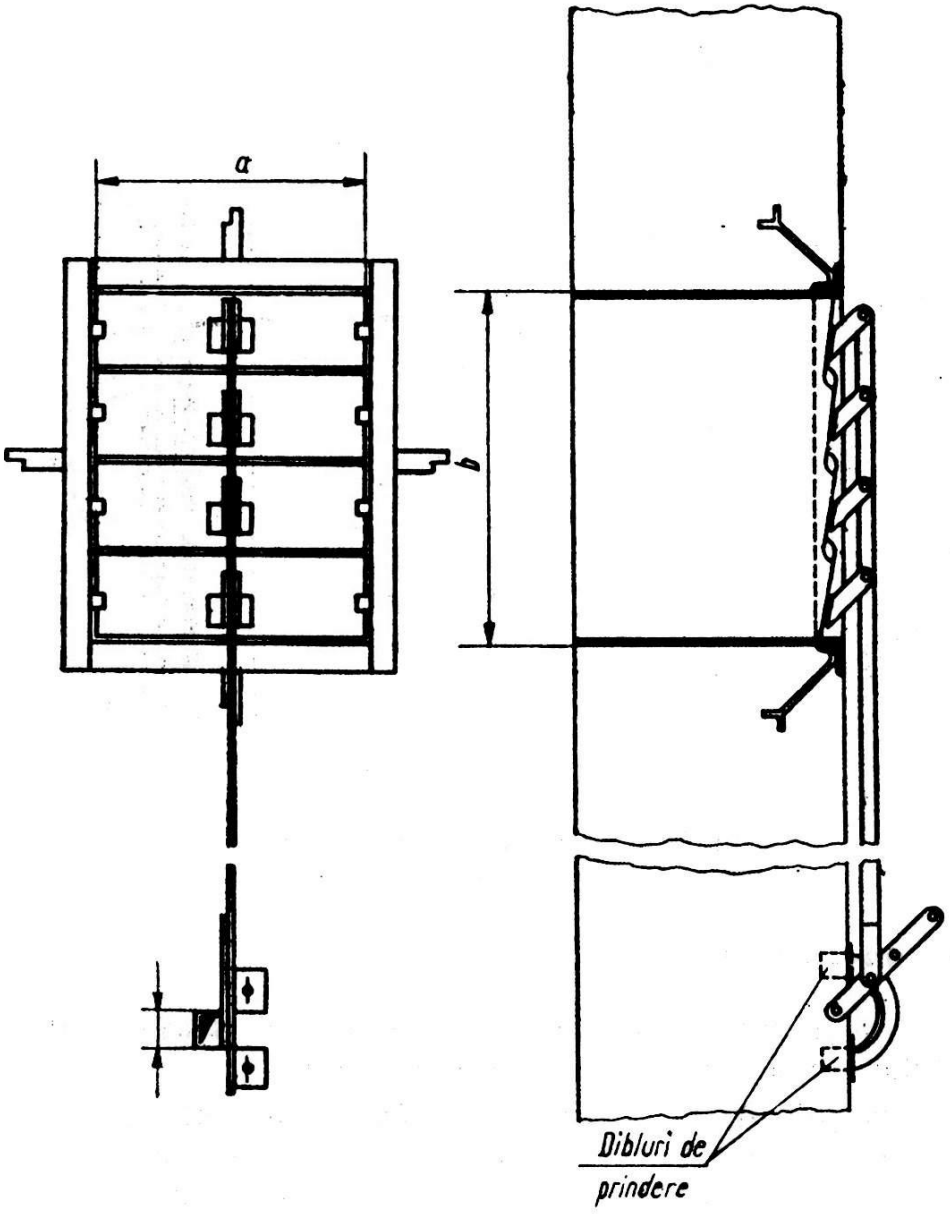



Fig. 67. Rame cu jaluzele reglabile.

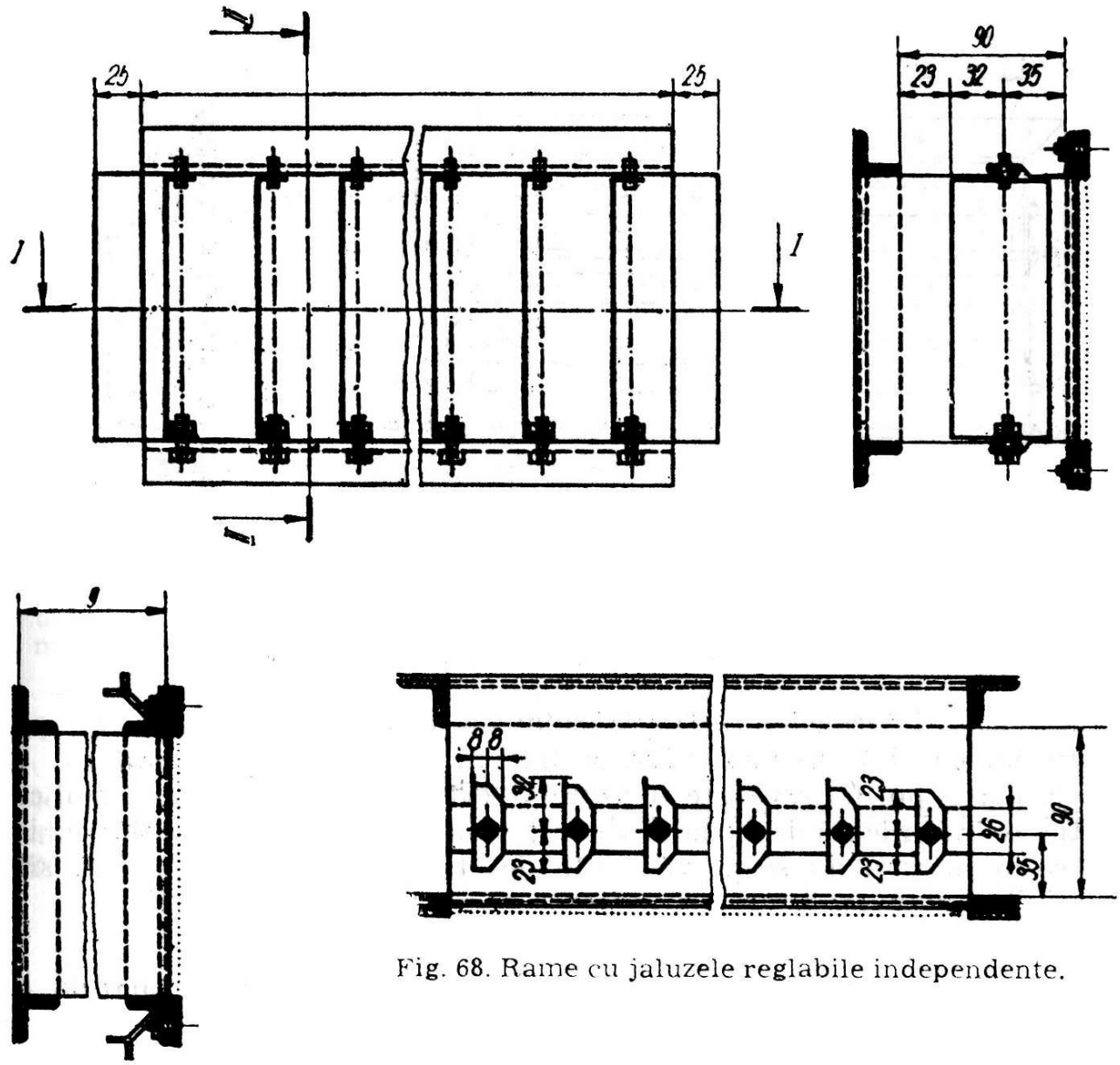



Fig. 68. Rame cu jaluzele reglabile independente.

### 3. Șubăre

Sînt dispozitive care asigură funcționarea instalațiilor de ventilare în cazul în care debitele de aer se modifică de la o perioadă la alta. Ele se montează în general în spatele prizelor de aer, sau după gurile de refulare ale ventilatoarelor.

Lama șubărului care trebuie să fie perfect plană și de o grosime suficientă pentru a nu vibra la trecerea curentului de aer se deplasează între glisierele executate fără deformații și cu exactitate astfel ca în poziția închisă să nu poată trece aerul. În poziția complet deschisă, lama trebuie să lase complet liberă secțiunea canalului, astfel ca trecerea aerului să nu întîmpine rezistență.

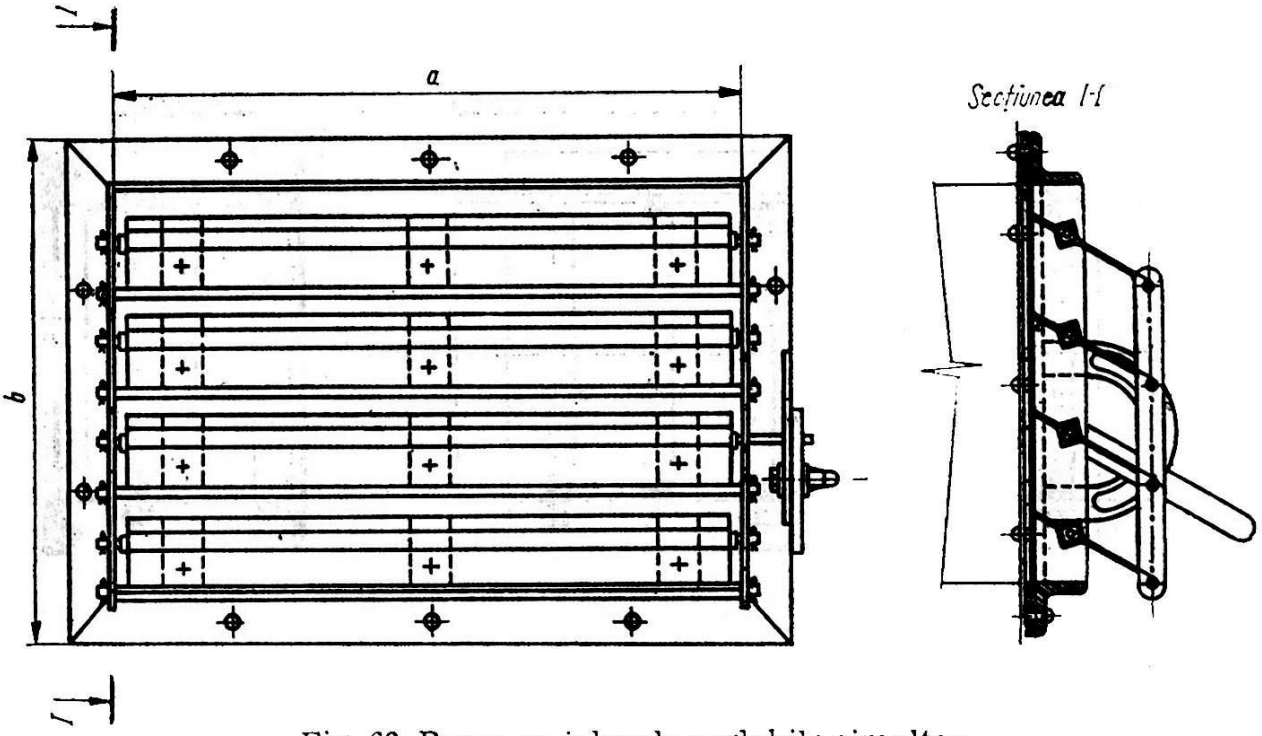



Fig. 69. Rame cu jaluzele reglabile simultan.

Poziţiile intermediare ale şubărului sînt determinate de cîteva gradaţii, iar cu ajutorul unor găuri se fixează lama în poziţia dorită.

Şubărele pot fi prevăzute cu sau fără cutii de etanşare. În primul caz cutia se racordează la canalul de aer prin intermediul unor flanşe, iar în cazul în care nu se prevăd cutii de etanşare, pierderile de aer sînt sensibile, lucru ce determină evitarea acestui sistem.

**Tipuri constructive :**

1) *Şubărele drepte acţionate manual* se utilizează în instalaţiile de ventilare la reglarea debitelor ventilatoarelor, pentru aer pînă la o temperatură de maximum 80 °C şi o presiune maximă de 100 mm $H_2O$. Şubărul se montează pe gura de aspiraţie a ventilatoarelor şi se acţionează manual, se confecţionează cu *D* de la 100 pînă la 1 000 mm (fig. 71).

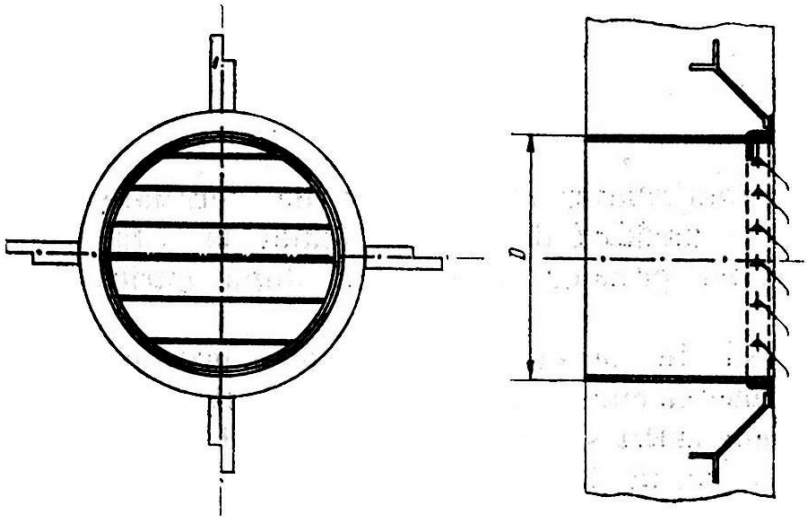



Fig. 70. Rame circulare cu jaluzele pentru suprapresiune.

2) *Şubărele inclinate acţionate manual* se utilizează la instalaţiile de transport pneumatic pentru obturarea canalelor. Montarea şubărului se

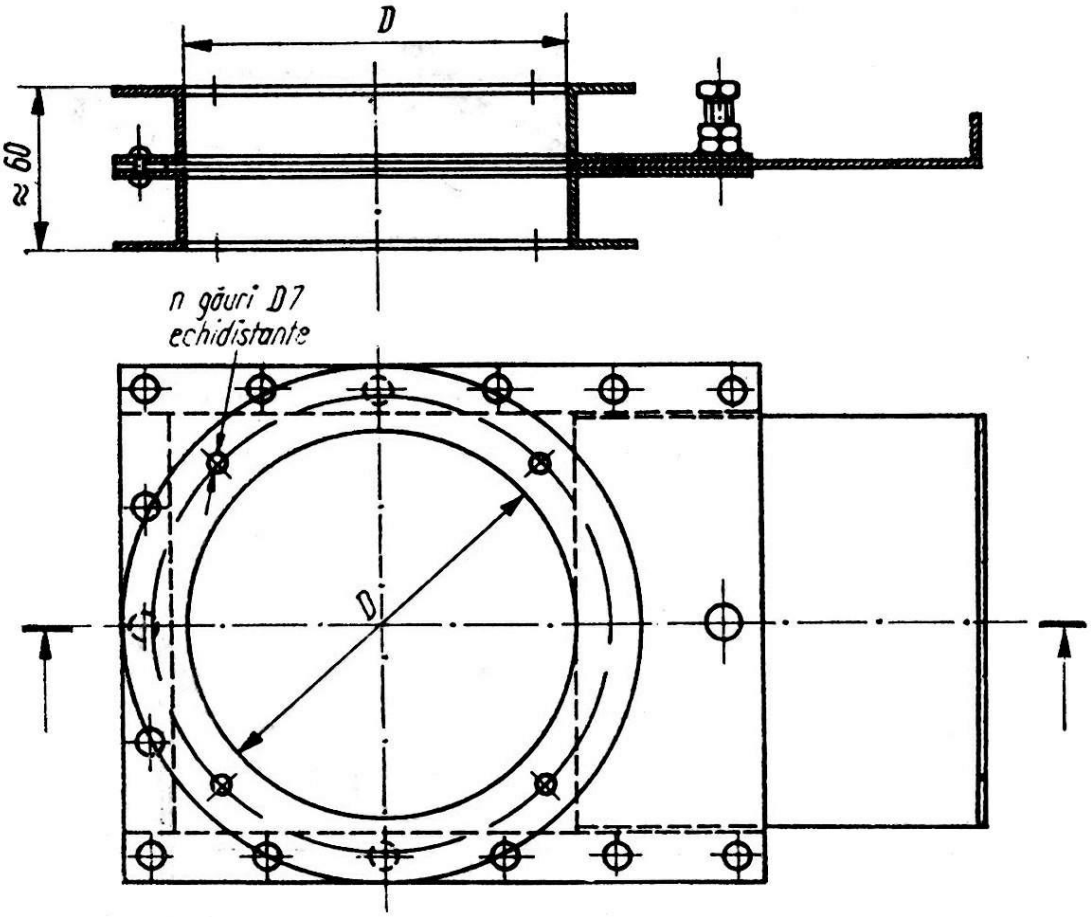



Fig. 71. Șubăr drept acționat manual.

face în sensul indicat de săgeată. Șubărele se confecționează cu diametrul $D$ de la 100 pînă la 400 mm și cu lungimea $L$ de la 300 pînă la 850 mm (fig. 72).

### D. ELEMENTE TERMINALE

În locurile în care intră aerul sau iese din instalația de ventilare, se montează de la caz la caz, în funcție de scopul care se urmărește, o serie de dispozitive denumite elemente terminale. Astfel captarea aerului din atmosferă, evacuarea acestuia în exterior, cît și introducerea în încăperile ventilate și evacuarea lui din aceste încăperi prin instalația de ventilare, prin folosirea acestor elemente a căror formă și dimensiuni sînt determinate de tipul instalației și locul lor de montare.

În continuare se prezintă elementele terminale folosite în mod curent în instalațiile de ventilare și condiționare a aerului.

#### 1. Prize de aer

Folosite pentru captarea și introducerea aerului proaspăt din mediul exterior clădirii, se montează de obicei la înălțime, cu minimum 2,00 m deasupra solului. După modul de amplasare pot fi : 1) *prize de acoperiș* (fig. 73) ; 2) *prize de perete* (fig. 74) ; 3) *prize exterioare (independente)* ; (fig. 75).

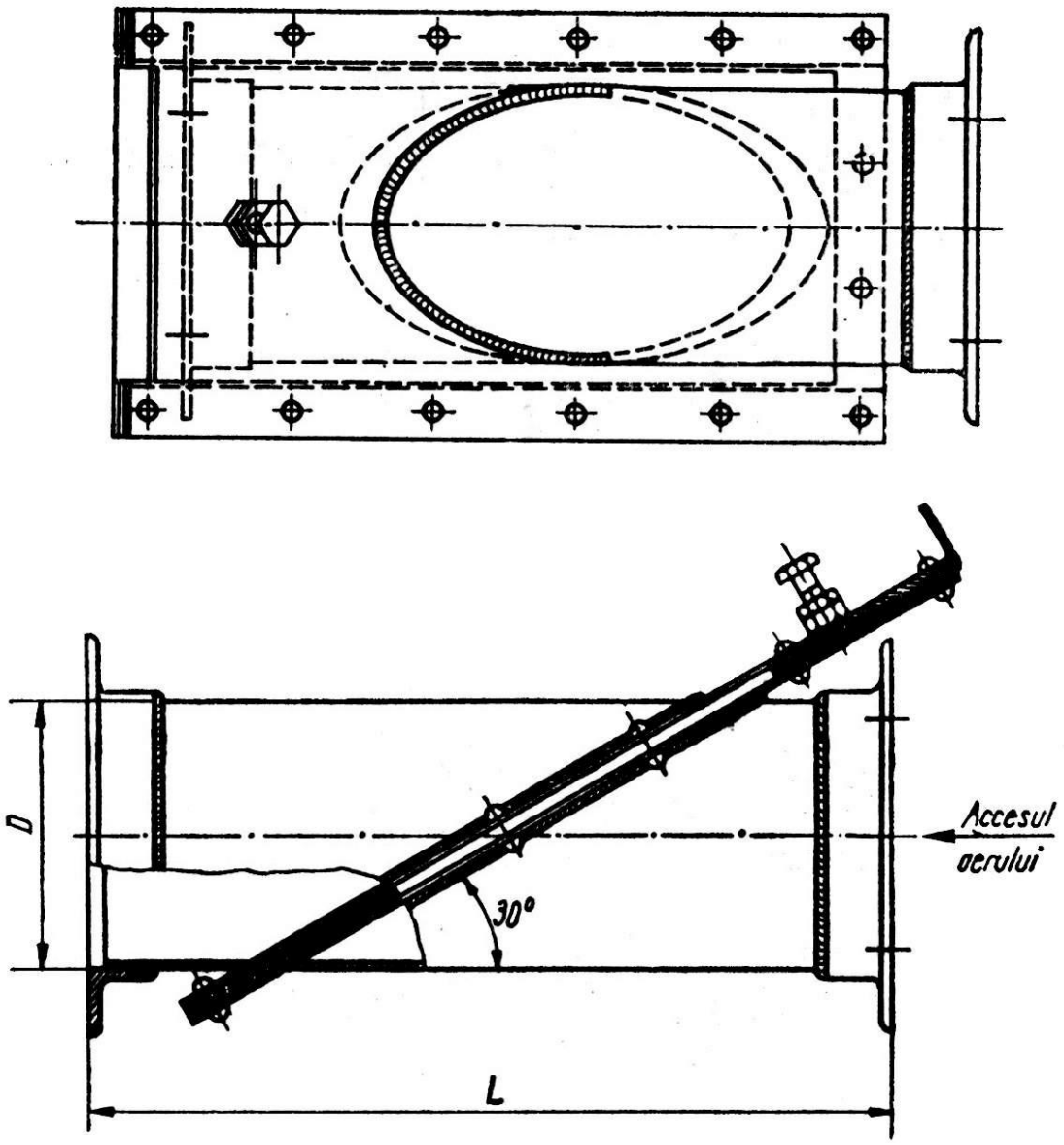



Fig. 72. Șubăr înclinat acționat manual.

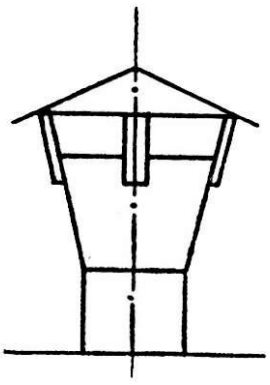


Fig. 73. Priză de aer peste acoperiș.

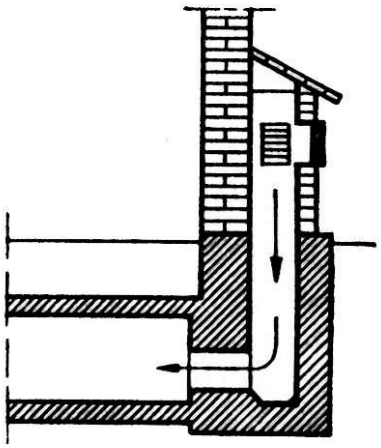


Fig. 74. Priză de perete (cu canal lipit de fațadă).

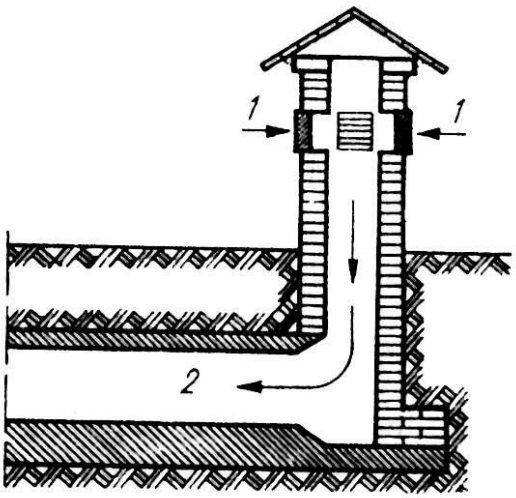



Fig. 75. Priză de aer la distanță (exterioară) :
*1* — jaluzele; *2* — canal de aer.

Pentru captarea unui aer cît mai curat, fără impurități sau mirosuri se recomandă plasarea acestor prize în locuri ferite de surse nocive, în special în zone de spațiu verde, iar construcția lor va fi astfel realizată încît să nu poată pătrunde frunze, hîrtii, păsări sau animale mici. Pentru aceasta, la partea superioară sînt prevăzute cu rame cu jaluzele fixe, de protecție contra ploii sau zăpezii, precum și o plasă de sîrmă.

Ramele metalice se fixează în zidărie sau beton cu praznuri și mortar de ciment.

## 2. Guri de evacuare

Pentru evacuarea în exterior a aerului viciat, absorbit de instalația de ventilare, se prevăd gurile de evacuare. Acestea se amplasează de obicei în punctele cele mai înalte ale clădirii, pe acoperiș sau uneori în fața clădirii. Ca și la prizele de aer, se prevăd cu diferite dispozitive de protecție : rame cu jaluzele, plase de sîrmă, etc. (fig. 76).

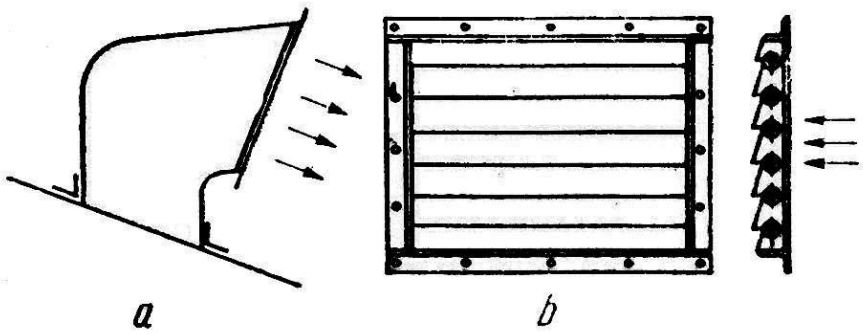



**Fig. 76.** Guri de evacuare a aerului :
*a* — peste acoperiș; *b* — cu jaluzele de suprapresiune.

În cazul evacuării aerului încărcat cu vapori sau gaze nocive, cu praf mult, acesta trebuie în prealabil purificat în instalații speciale și numai după aceea evacuat în atmosferă. Dacă acest lucru nu este posibil se va căuta evacuarea lui la o înălțime cît mai mare și într-o zonă cît mai depărtată de locuințe sau activități sociale.

## 3. Căciuli de protecție

La capătul canalelor de aer ce evacuează aerul viciat în exterior sau chiar în locul în care se aspiră aerul din atmosferă se folosesc căciulile de protecție a căror rol este așa cum spune și numele de a împiedica pătrunderea ploii și zăpezii în instalație (fig. 73). Ele se construiesc în funcție de tipul canalului, circular sau rectangular și se recomandă ca între capătul canalului și căciulă să se monteze un difuzor pentru diminuarea rezistenței dinamice.

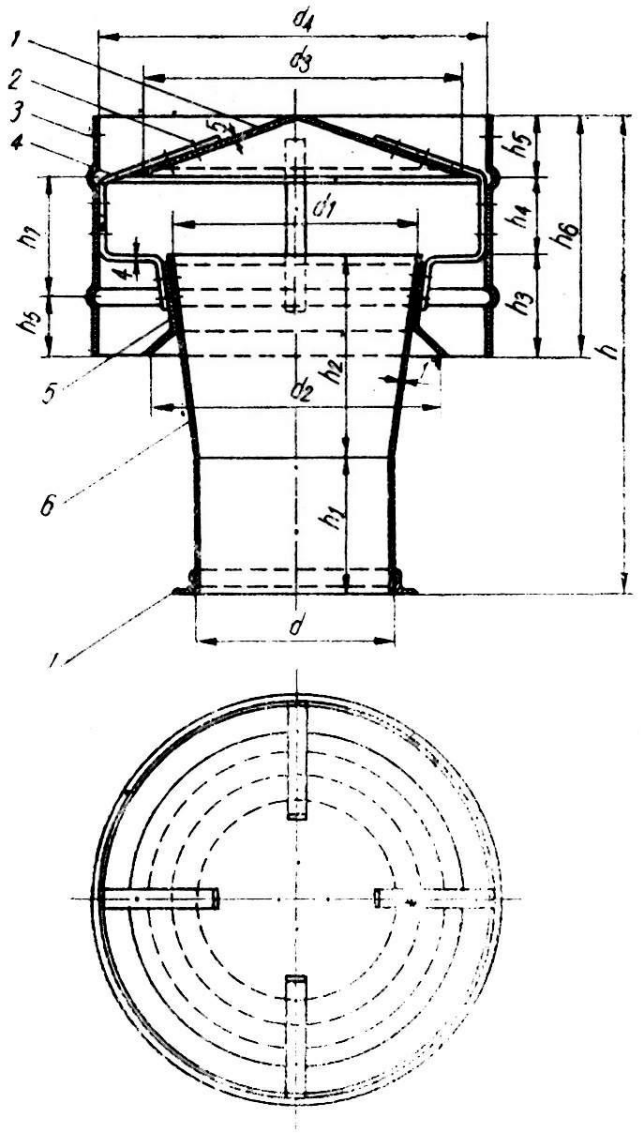



Fig. 77. Deflector :
1 — capac; 2 — nit cu cap semirotund; 3 — manta; 4 — suport; 5 — apărătoare; 6 — tub central; 7 — flanşe.

## 4. Deflectoare

La instalaţiile de ventilare naturală organizată pentru evacuarea aerului din încăperi se folosesc deflectoarele. Acestea sînt dispozitive care se montează pe acoperiş, în special la halele industriale care n-au luminatoare ; construcţia lor (fig. 77) face ca sub acţiunea vîntului să se creeze o depresiune în interiorul deflectorului permiţînd aspirarea aerului din încăpere şi evacuarea lui în exterior. Ele funcţionează în tot timpul cînd bate vîntul, indiferent de direcţia acestuia, avînd însă datorită rezistenţei mari la presiunea termică o eficacitate redusă în cazul în care nu sînt expuse vîntului.

Deflectoarele folosite în mod curent se construiesc pentru diametre cuprinse între 100 şi 1 000 mm cu o înălţime $h$ cuprinsă între 240 şi 2 400 mm aşa cum rezultă din tabelul 8 în care sînt date toate elementele necesare executării lor.

## 5. Guri de introducere şi de absorbţie

Elementele prin care aerul este introdus sau aspirat din încăperile ventilate se amplasează pe canale şi la capetele lor astfel încît să se realizeze o distribuţie uniformă a aerului în zona ocupată de oameni, să evite formarea curenţilor care produc neconfort, să amestece aerul proaspăt cu cel viciat pentru a nu se forma zone cu concentraţii de substanţe nocive peste limita admisă etc. Gurile de introducere se repartizează în general pe una sau mai multe laturi ale încăperii, cum este cazul încăperilor din clădirile social-culturale, din clădirile comerciale sau la acele clădiri industriale, unde degajările de căldură, umiditate

*Tabelul 8.* **Tipodimensiunile defectoarelor**

| $d$ | $d_1$ | $d_2$ | $d_3$ | $d_4$ | $h$ | $h_1$ | $h_2$ | $h_3$ | $h_4$ | $h_5$ | $h_6$ | $s$ | $h_7$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 125 | 150 | 170 | 200 | 240 | 70 | 100 | 15 | 40 | 60 | 120 | 0,75 | 0 |
| 125 | 160 | 190 | 215 | 250 | 300 | 90 | 125 | 19 | 50 | 75 | 150 | 0,75 | 0 |
| 160 | 200 | 230 | 255 | 320 | 360 | 105 | 150 | 23 | 60 | 90 | 180 | 0,75 | 0 |
| 180 | 220 | 265 | 300 | 360 | 420 | 125 | 175 | 26 | 70 | 105 | 210 | 0,75 | 0 |
| 200 | 255 | 300 | 340 | 400 | 480 | 140 | 200 | 30 | 80 | 120 | 240 | 0,75 | 0 |
| 250 | 315 | 375 | 425 | 500 | 600 | 175 | 250 | 38 | 100 | 75 | 300 | 0,75 | 150 |
| 315 | 390 | 450 | 535 | 630 | 720 | 210 | 300 | 45 | 120 | 90 | 360 | 0,75 | 180 |
| 355 | 445 | 525 | 595 | 710 | 840 | 245 | 350 | 53 | 140 | 105 | 420 | 0,75 | 210 |
| 400 | 505 | 600 | 680 | 800 | 960 | 280 | 400 | 60 | 160 | 120 | 480 | 0,75 | 240 |
| 450 | 555 | 675 | 765 | 900 | 1 080 | 315 | 450 | 68 | 180 | 135 | 540 | 0,75 | 270 |
| 500 | 630 | 750 | 850 | 1 000 | 1 200 | 350 | 500 | 75 | 200 | 150 | 600 | 0,75 | 300 |
| 630 | 785 | 900 | 1 070 | 1 260 | 1 440 | 420 | 600 | 90 | 240 | 180 | 720 | 1 | 360 |
| 710 | 880 | 1 025 | 1 190 | 1 420 | 1 680 | 490 | 700 | 105 | 280 | 210 | 840 | 1 | 420 |
| 800 | 1 010 | 1 200 | 1 350 | 1 600 | 1 920 | 560 | 800 | 120 | 320 | 240 | 960 | 1 | 480 |
| 900 | 1 140 | 1 350 | 1 530 | 1 600 | 2 160 | 630 | 900 | 135 | 360 | 270 | 1 080 | 1 | 540 |
| 1 000 | 1 250 | 1 500 | 1 700 | 2 000 | 2 400 | 700 | 1 000 | 130 | 400 | 300 | 1 200 | 1 | 600 |

sau de substanţe nocive din încăpere se produc în mod uniform în întregul volum al acesteia.

În unele hale industriale însă degajările de căldură, umiditate sau substanţe nocive sînt concentrate în anumite zone de lucru (halele de vopsitorii, tratamente termice ale metalelor, halele de piese din industria lemnului etc.), astfel că introducerea aerului nu mai este uniform repartizată în încăpere, ci se concentrează în zonele cu degajări mari.

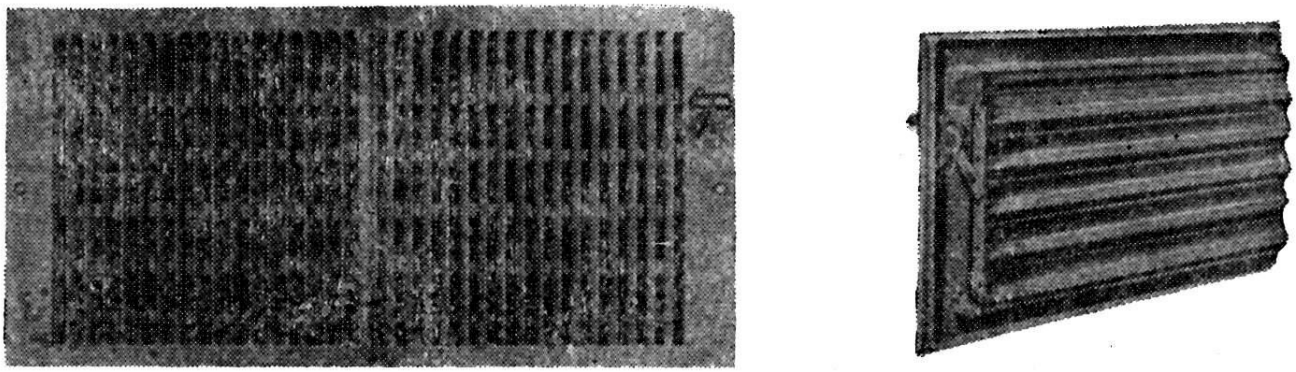
De asemenea, pentru evacuarea unor degajări puternice de substanţe nocive se prevăd diverse tipuri constructive de dispozitive de aspiraţie locală.

Tipul gurilor de introducere şi aspiraţie este ales în funcţie de sistemul de ventilaţie folosit (naturală, locală sau condiţionare), de condiţiile arhitectonice ale clădirii, asigurîndu-se un aspect estetic interiorului încăperii, iar în cazul clădirilor industriale să nu împiedice desfăşurarea normală a proceselor tehnologice şi să fie ferite de acţiuni mecanice.

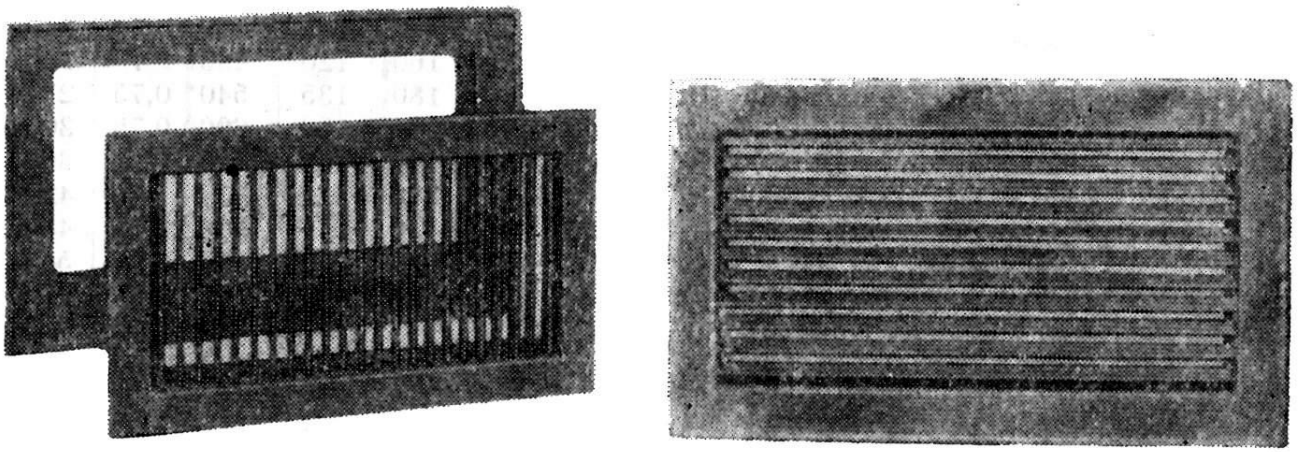
Se recomandă ca aceste guri să fie prevăzute cu dispozitiv de reglare a debitului de aer, lucru ce se poate realiza prin construcţia însăşi a ramei cu jaluzele sau prin clapete de reglaj montate în apropiata vecinătate a gurilor respective, pe canalele de aer.

Forma acestor guri de aspiraţie şi de introducere poate fi variată, iar materialele din care se confecţionează sînt diferite metale feroase şi neferoase sau materiale de construcţie (lemn, ipsos, marmură, PVC etc.).

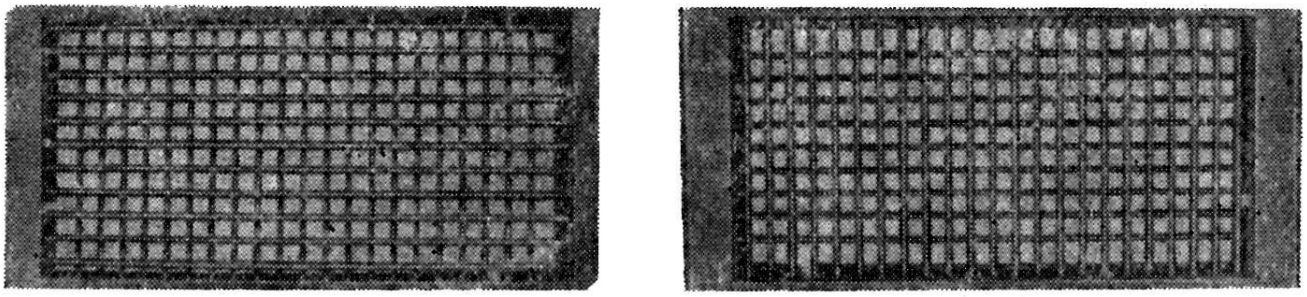
În figura 78 sînt prezentate o serie de tipuri de guri de introducere şi aspiraţie a aerului, mai des întîlnite, existînd în funcţie de necesităţi o gamă foarte variată.



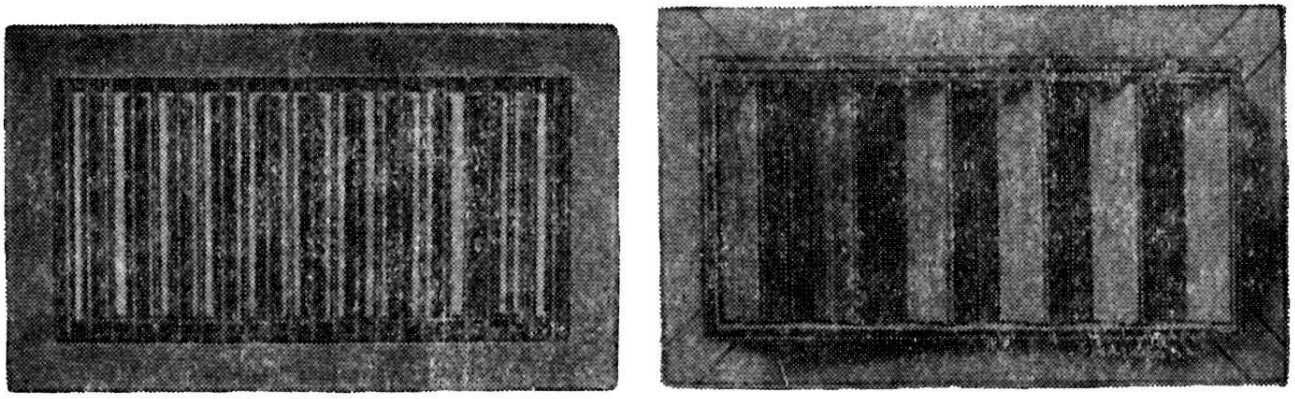
*a*. Gură de refulare cu jaluzele reglabile simultan (vedere față și spate).



*b*. Grătare cu simplă deflexie din vergele (bare verticale și orizontale).

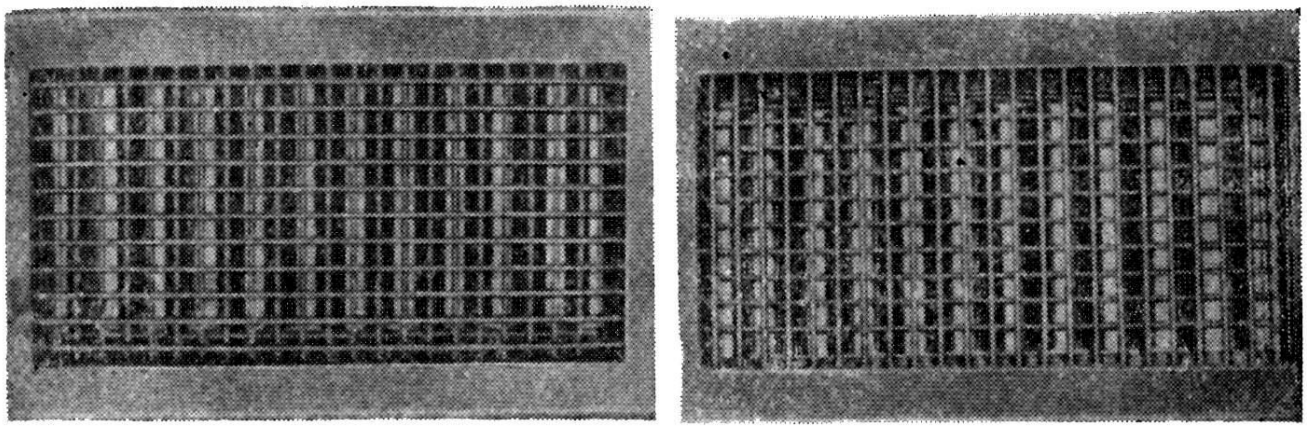


*c*. Grătare cu dublă deflexie din vergele (bare verticale în față, bare orizontale în spate).

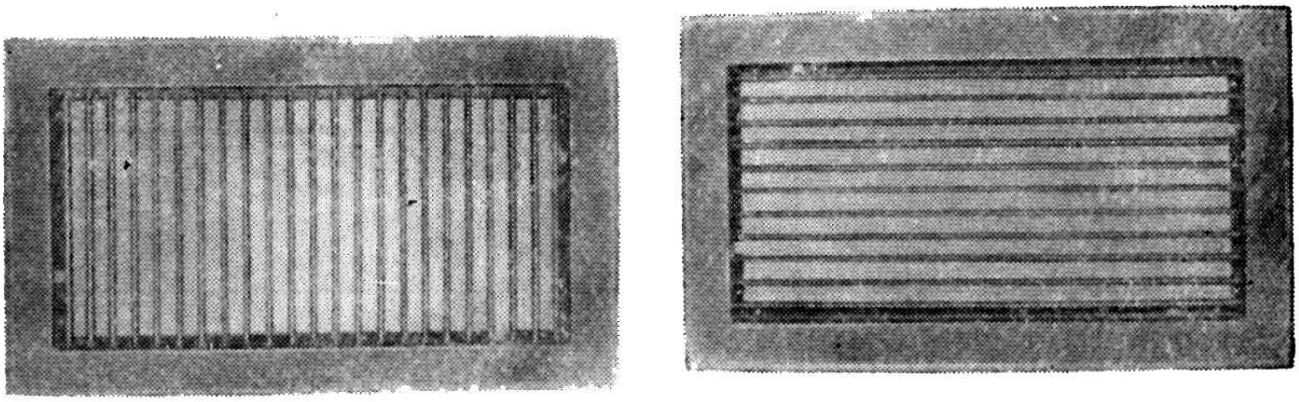


*d*. Guri de refulare cu simplă deflexiune și reglaj al debitului (bare verticale și clapetă de reglare verticală; bare orizontale și clapetă de reflare orizontală).

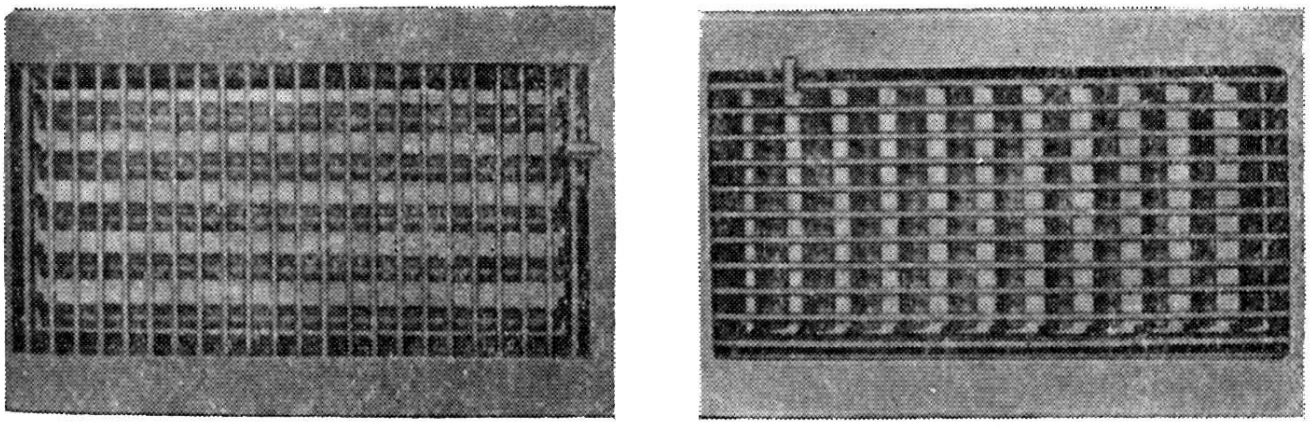
Fig. 78.I. Tipuri de guri de refulare și aspirație.



*e*. Guri de refulare cu dublă deflexiune şi reglaj al debitului (bare verticale în faţă, orizontale în spate şi clapeta de reglare verticală; bare orizontale în faţă, verticale în spate şi clapetă de reglaj verticală).



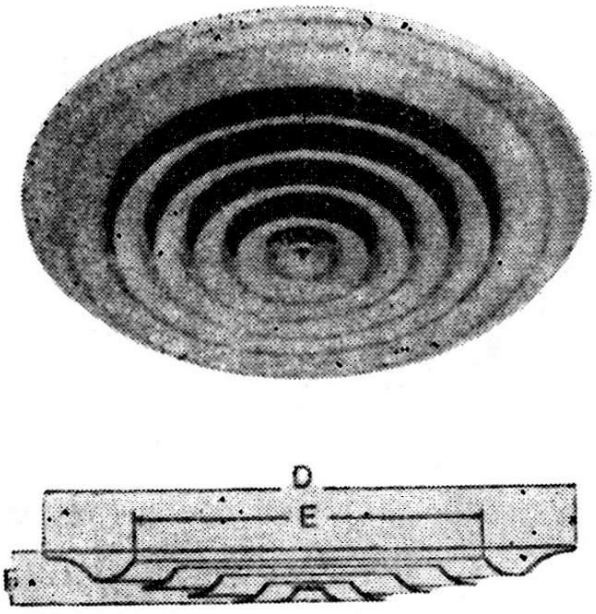
*f*. Guri de refulare cu aripioare fixe (aripioare verticale drepte; aripioare orizontale drepte sau înclinate).



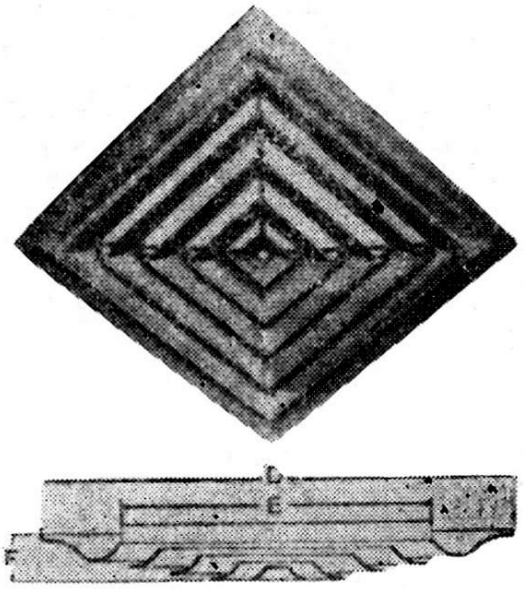
*g*. Gură de refulare cu aripioare frontale verticale şi clapete orizontale de reglaj.

*h*. Gură de refulare cu aripioare frontale orizontale şi clapete verticale de reglare.

Fig. 78.II. Tipuri de guri de refulare şi aspiraţie.




*i.* Anemostat rotund cu difuzoare conice tip A :



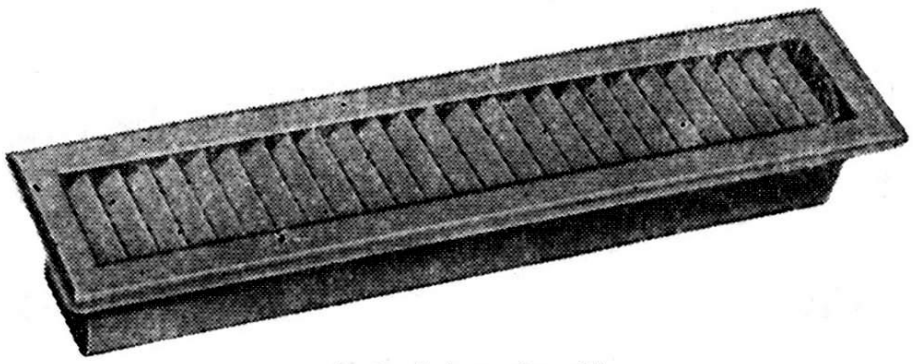

*i.* Anemostat pătrat cu difuzoare conice tip B .

**Caracteristici generale**

| Ø mm | Secţiunea liberă dm² | *D* mm | *E* mm | *F* mm |
|---|---|---|---|---|
| 150 | 1,4 | 254 | 144 | 27 |
| 200 | 2,4 | 304 | 194 | 30 |
| 250 | 3,6 | 354 | 246 | 35 |
| 300 | 5,1 | 405 | 297 | 40 |
| 350 | 6,8 | 456 | 347 | 44 |
| 450 | 10,9 | 585 | 449 | 66 |
| 550 | 16,0 | 681 | 551 | 75 |

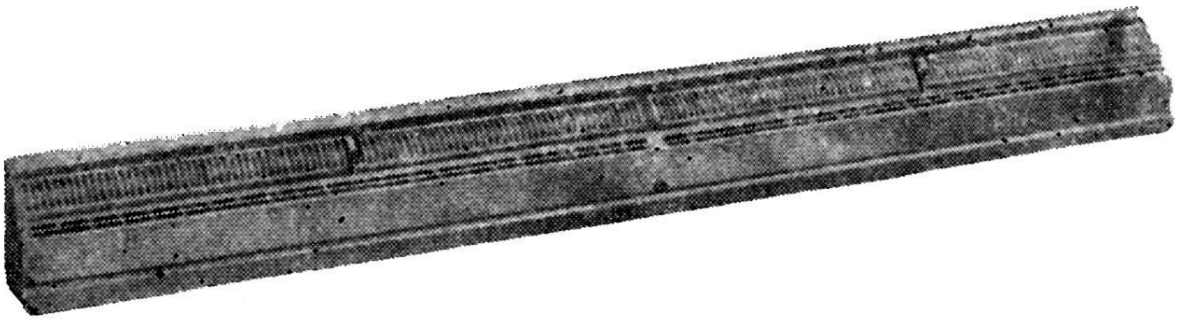
**Caracteristici generale**

| Dimensiunile canalului mm | Secţiunea liberă dm² | *D* | *E* | *F* |
|---|---|---|---|---|
| 150×150 | 1,5 | 241 | 141 | 29 |
| 200×200 | 2,8 | 292 | 192 | 35 |
| 250×250 | 4,4 | 343 | 243 | 42 |
| 300×300 | 6,3 | 394 | 294 | 48 |
| 350×350 | 8,4 | 445 | 344 | 55 |
| 450×450 | 13,7 | 545 | 444 | 80 |
| 550×550 | 20,4 | 650 | 548 | 106 |
| 600×600 | 24,2 | 700 | 598 | 112 |

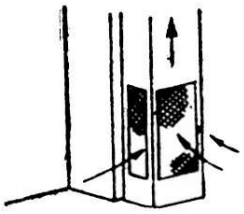


*k.* **Gură de pardoseală.**

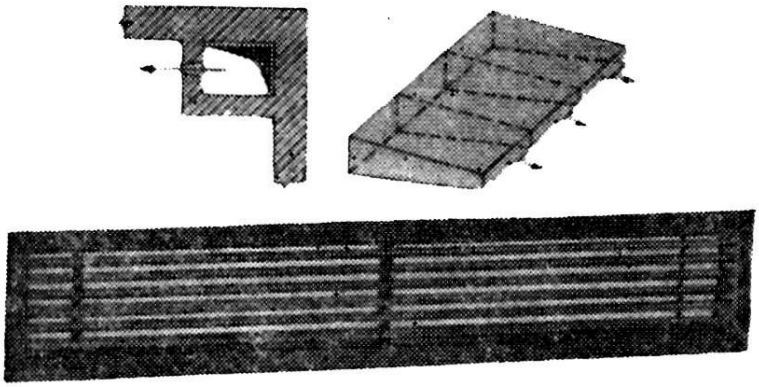
Fig. 78.III. Tipuri de guri de refulare şi aspiraţie



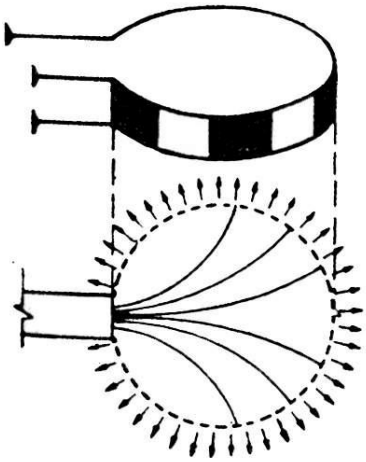
*l.* Gură de plintă.



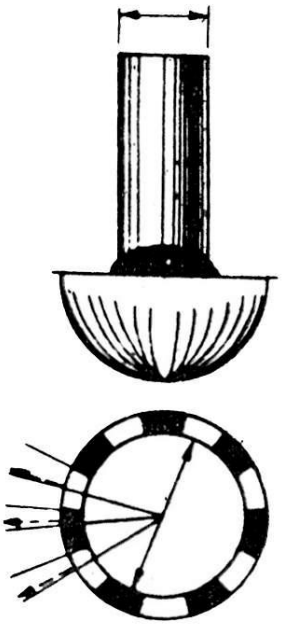
*m.* Gură de absorbție pe trei laturi (stilp fals).



*n.* Distribuitor de aer cu fantă (canal de aer cu fanta: piesă din tablă cu palete de dirijare; grilă de aluminium).

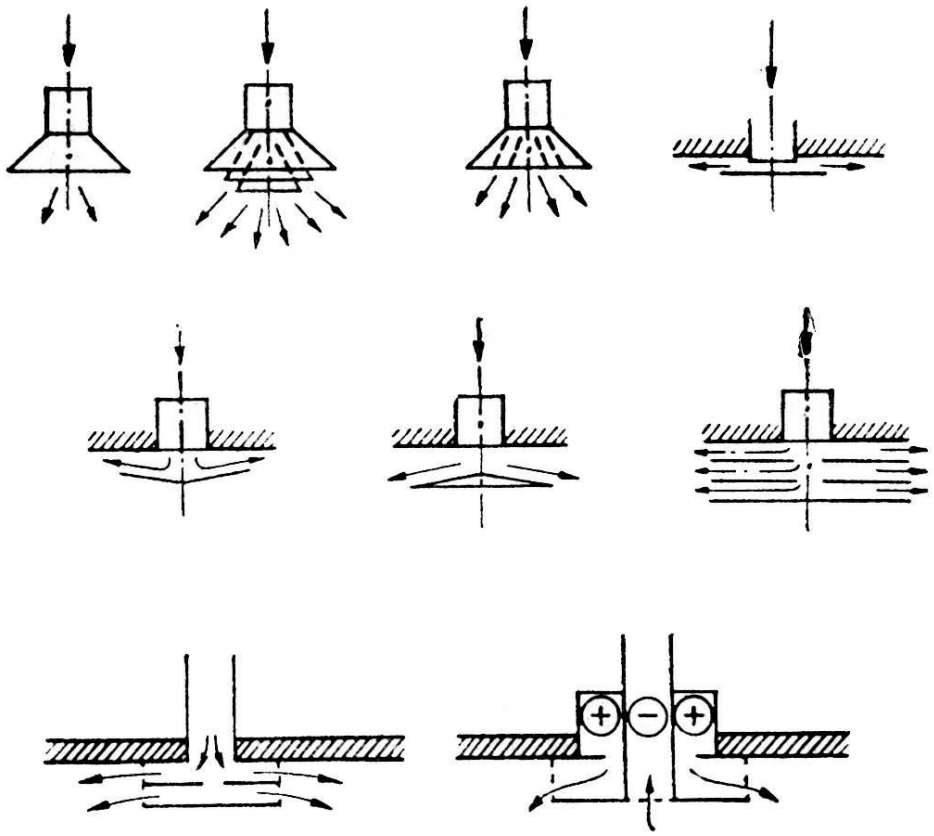


*o.* Distribuitor de aer cilindric cu plasă de sîrmă.

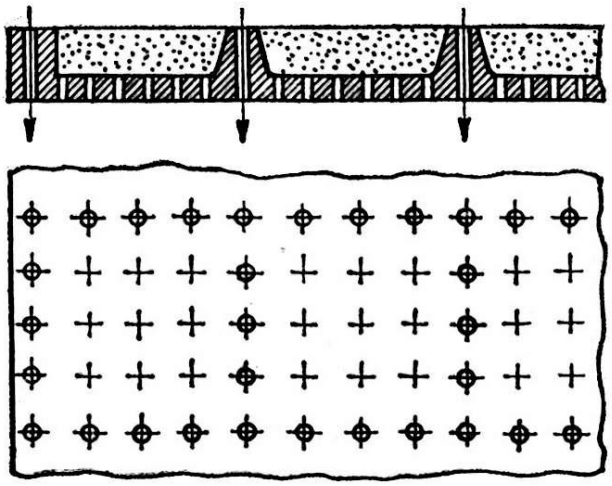


*p.* Distribuitor de aer semisferic.

Fig. 78.IV. Tipuri de guri de refulare și aspirație.



*r*. Gură de tavan (anemostat cu plăci; gură de tavan combinată introducere şi evacuare).



*s*. Tavan perforat.

Fig. 78.V. Tipuri de guri de refulare şi aspiraţie.

## E. ELEMENTE AUXILIARE

### 1. Capace de vizitare

Sînt dispozitive care se montează pe canalele de aer pentru vizitarea organelor de închidere și reglaj sau pentru curățirea canalelor. După forma canalelor, capacele de vizitare se construiesc în două tipuri, pentru canale dreptunghiulare (fig. 79) și circulare, montarea făcîndu-se în partea inferioară, eventual laterală a canalului, iar pentru transport pneumatic există un tip de capac (fig. 80) care se montează înaintea coturilor sau ramificațiilor unde sînt posibilități de înfundarea conductei.

### 2. Puncte de măsurare

Sînt dispozitive care se montează pe canalele de aer în scopul măsurării parametrilor aerului din canal (temperatură, presiune, viteză) cu diverse aparate de măsură și control. Capacele acestor puncte de măsurare (fig. 81) se pot monta în orice poziție la canalele din tablă zincată, însă la canalele pentru transport pneumatic se montează pe conductă dreaptă, la distanță de minimum 5 diametre de orice piesă specială.

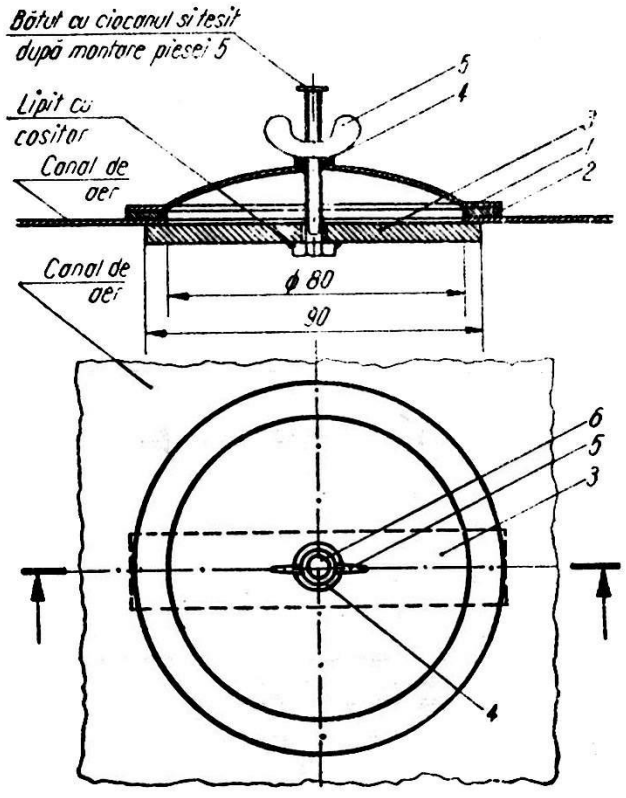



Fig. 81. Punct de măsurare pentru canale dreptunghiulare :
*1* — capac; 2 — garnitură capac; 3 — piesă de fixare capac; *4* — rondelă; 5 — piuliță fluture; *6* — șurub.

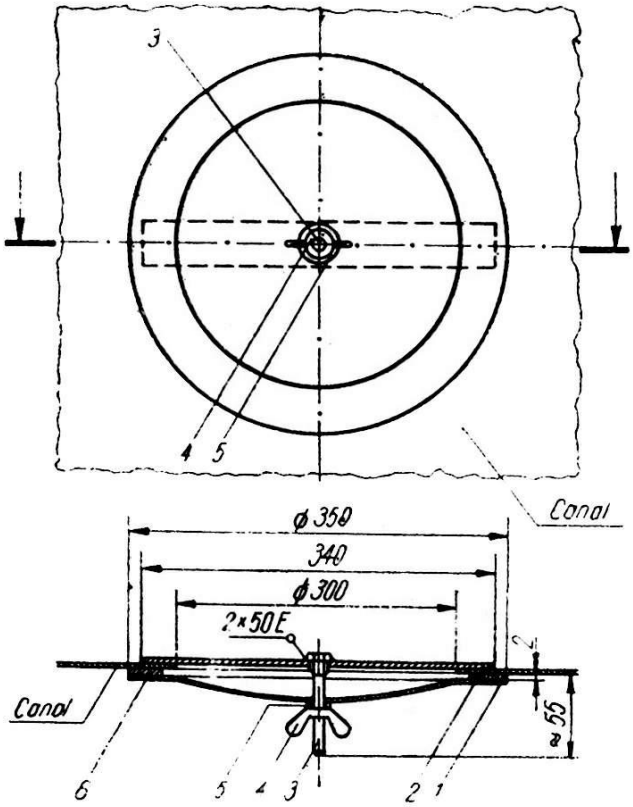



Fig. 79. Capac de vizitare pentru canale dreptunghiulare :

*1* — capac; 2 — piesă de fixare; 3 — şurub cu cap hexagonal; *4* — piuliţă fluture; 5 — şaibă brută; 6 — garnitură.

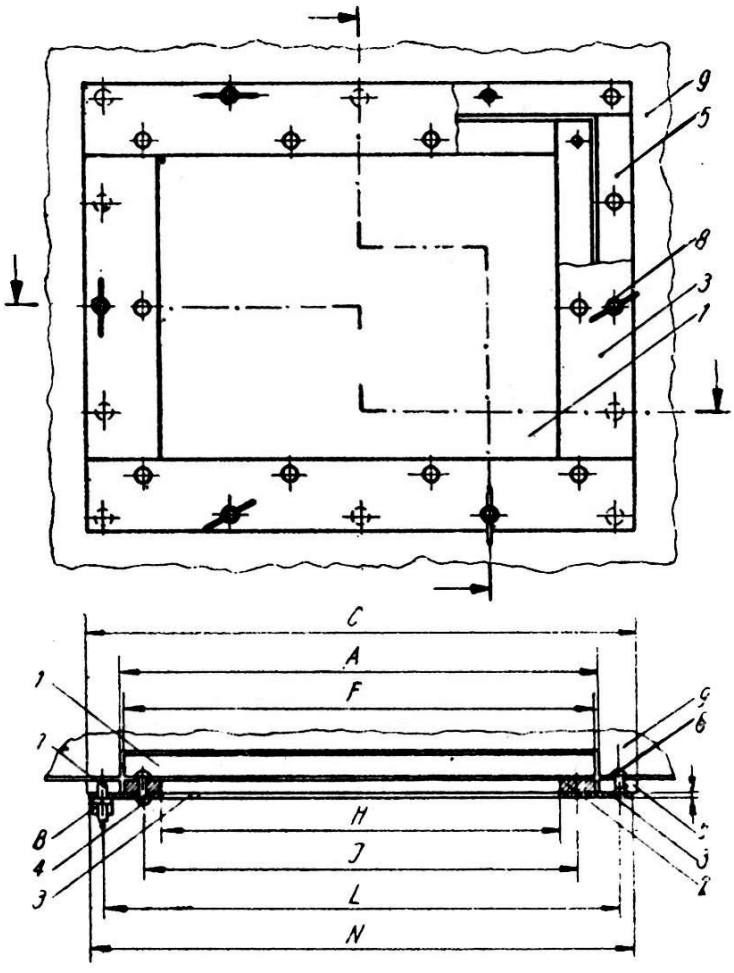



Fig. 80. Capac de vizitare pe canale de transport pneumatic :

*1* — tablă capac; 2 — ramă capac; 3 — ramă de prindere; *4* — nit; 5 — ramă canal; 6 — nit cu cap înecat; 7 — garnitură; *8* — piuliţă fluture; 9 — canal de aer.

CAPITOLUL IV

# TEHNOLOGIA EXECUȚIEI

Execuția unei instalații de ventilare comportă o serie de operații care pot fi în general împărțite în două categorii distincte : executarea propriu-zisă a canalelor și pieselor speciale de ventilare și montajul instalațiilor.

În prima categorie intră o serie de operații care se realizează în secții sau ateliere de șantier sau, așa cum se procedează în ultimul timp, în ateliere speciale, menite să asigure atît o productivitate ridicată lucrărilor, folosind mașini și scule adecvate înscrise într-un flux tehnologic bine organizat, cît și o mai bună calitate și o mai completă folosire a materialelor.

Prin aceste operații se realizează confecția canalelor de aer, a subansamblurilor, dispozitivelor și pieselor care intră în componența instalației, folosind lucrări combinate de tinichigerie și lăcătușerie ; îndreptarea, trasarea, tăierea, falțuirea, diferite îmbinări ale tablelor etc.

În a doua categorie se cuprind lucrările de montaj a instalațiilor în construcția respectivă, a asamblării tuturor canalelor, pieselor speciale, aparatelor, utilajelor și agregatelor într-o succesiune logică, conform proiectului, realizîndu-se în final instalațiile de ventilare și condiționare a aerului.

În acest capitol se vor prezenta tehnologiile folosite la executarea elementelor componente a instalațiilor, menite să ducă la realizarea lucrărilor din prima categorie arătată mai înainte.

## A. TEHNOLOGIA EXECUȚIEI TUBULATURII ȘI PIESELOR DIN TABLĂ

### 1. Pregătirea materialelor

Materiale de bază folosite în general la executarea elementelor componente ale unei instalații de ventilare și condiționare a aerului sînt materialele metalice și în special tabla cu grosimea sub 4 mm, precum și diferite profile metalice laminate.

Aceste materiale intră în cea mai mare parte la confecționarea canalelor de aer, a coturilor și curbelor din tablă, reducții, ramificații, guri

de refulare și aspirație, clapete, jaluzele, elemente de susținere și prindere etc.

Primul lucru care trebuie avut în vedere la începerea unor lucrări este aprovizionarea cu necesarul de materiale ce comportă realizarea acestora. În urma citirii și studierii proiectului se determină dimensiunile și cantitățile de tablă, tipul și cantitatea profilelor metalice, precum și a materialelor diverse : garnituri, șuruburi, nituri etc.

După realizarea aprovizionării se trece la procesele de prelucrare a acestor materiale, prin diferite procese de muncă sau operații.

**Pentru transformarea tablei zincate sau negre într-un element de tubulatură de ventilare sînt necesare următoarele operații :** 1) *îndreptare ;* 2) *trasare ;* 3) *tăiere ;* 4) *îndoire ;* 5) *fălțuire ;* 6) *nervurare ;* 7) *curbare ;* 8) *pilire ;* 9) *lipire ;* 10) *sudare.*

**Pentru transformarea unor profile laminate în elemente de îmbinare sau susținere sînt necesare următoarele operații :** 1) *îndreptare ;* 2) *tăiere ;* 3) *îndoire ;* 4) *rotunjire ;* 5) *pilire ;* a) *sudare ;* 7) *găurire.*

## 2. Îndreptarea

Îndreptarea urmărește înlăturarea diferitelor defecte datorită fabricației, transportului sau depozitării ; umflături, deformări, ondulații etc.

Îndreptarea se poate efectua manual sau mecanic. Îndreptarea manuală se face cu ciocane de tinichigerie, confecționate din lemn, cauciuc sau oțel și ciocane de lăcătușerie cu greutate între 150 g și 2 kg. În figura 82 sînt prezentate cîteva tipuri de ciocane folosite în mod obișnuit.

Tabla se îndreaptă pe nicovale sau plăci de îndreptat prin batere cu ciocanul. Nicovalele sînt de diferite forme : dreptunghiulară, semiovală

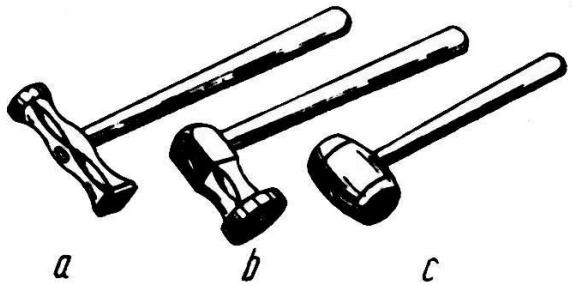



Fig. 82. Ciocane pentru îndreptare :
*a* — din oțel cu două capete; *b* — din oțel cu un capăt; *c* — din lemn sau cauciuc.

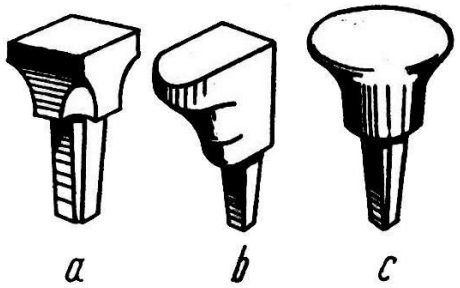



Fig. 83. Nicovale pentru îndreptare :
*a* — dreptunghiulară; *b* — semiovală; *c* — bombată.

sau bombată (fig. 83). Acestea se prind cu partea inferioară în menghina de pe bancul de lucru sau în butuci de lemn. Plăcile de îndreptat sînt din fontă sau oțel, cu suprafețe netede și curate.

**Operația de îndreptare** constă în : 1) *se însemnă cu creta, pe tablă, locul ce prezintă umflătura ; 2) tabla se așază pe placa de îndreptat, sau — în cazul deformațiilor mici — pe nicovală, după care se aplică lovituri cu ciocanul de lemn sau cu ciocanul cu fața curbă pe locul încercuit, de la margine spre centru, micșorînd tăria loviturilor cu cît se apropie de mijlocul umflăturii ;* 3) *nu se bate cu ciocanul de două ori pe același loc căci astfel se riscă deteriorarea tablei ;* 4) *în cazul în care tabla prezintă ondulații, cu aceleași ciocane se aplică loviturile de la interior spre marginea tablei.*

După îndreptare tabla se netezește cu un ciocan netezitor, prin aplicare de lovituri ușoare (fig. 82, *a*). Tablele cu grosimi mai mari (peste 1 mm) care prezintă deformații se îndreaptă după același procedeu, după ce au fost însă încălzite.

Îndreptarea mecanică a tablelor de oțel se realizează cu ajutorul mașinilor de îndreptat cu valțuri, prevăzute cu un număr impar de cilindri, acționate manual sau mecanic. Valțul cu trei cilindri are doi din ei amplasați în față, rotindu-se în sens opus, iar al treilea în spate putînd fi apropiat sau depărtat, antrenînd tabla sau curbînd-o (fig. 84). Acesta se manevrează de cîteva ori înainte și înapoi, cu ajutorul manivelei, pînă ce tabla introdusă între cilindri se îndreaptă.

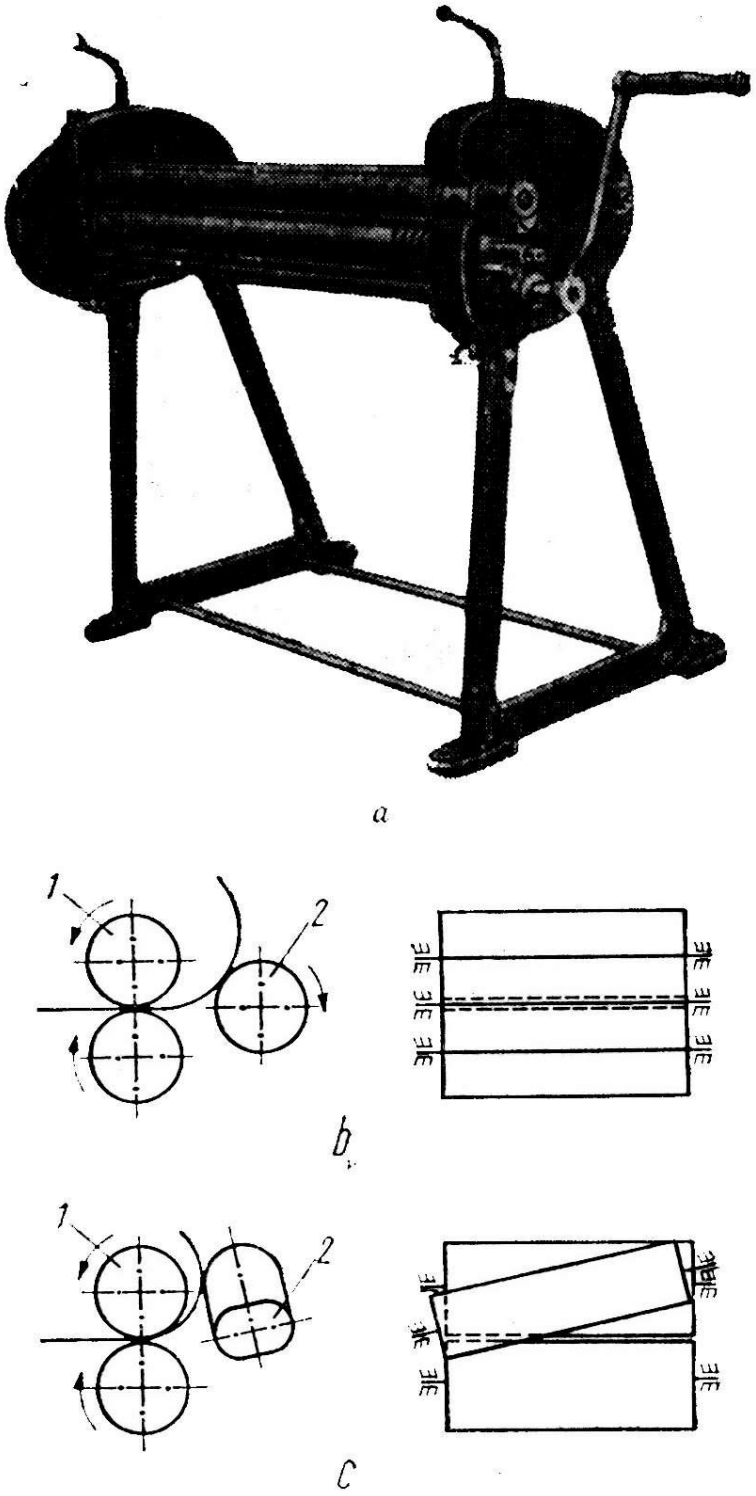
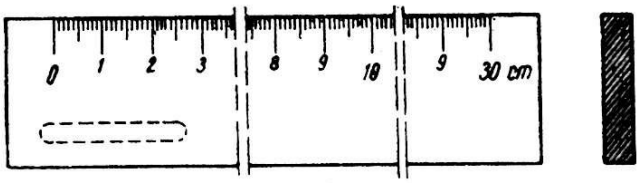


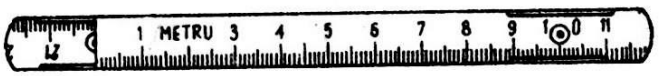

Fig. 84. Mașină de îndreptat cu valțuri :
*a* — vedere; *b* — vălțuire dreaptă; *c* — vălțuire oblică;
1 — cilindru de dirijare a tablei; 2 — cilindru de curbare.

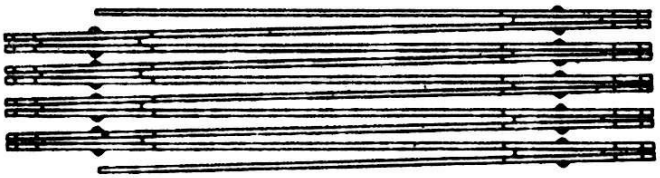
1 2 3
8 9 10
8 9 50 cm

a

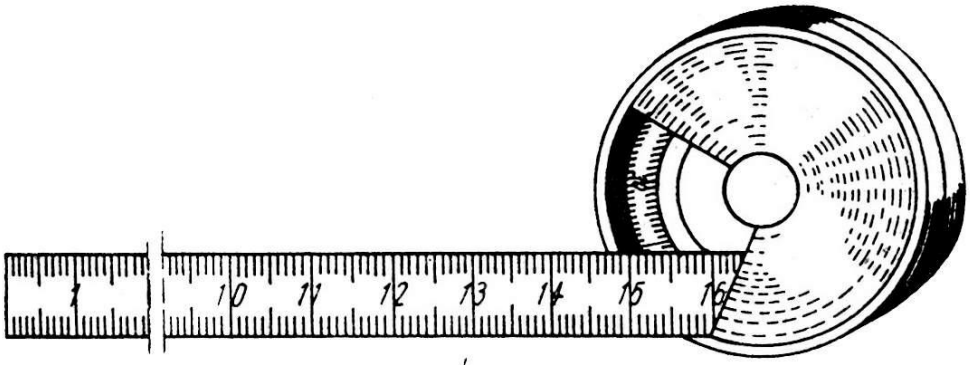

0 1 2 3
8 9 10
9 30 cm

b

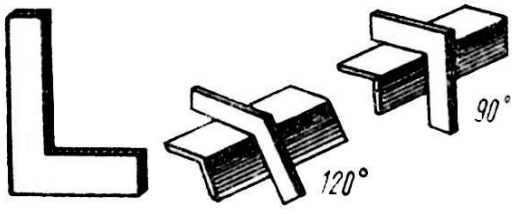

1 METRU 3 4 5 6 7 8 9 10 11



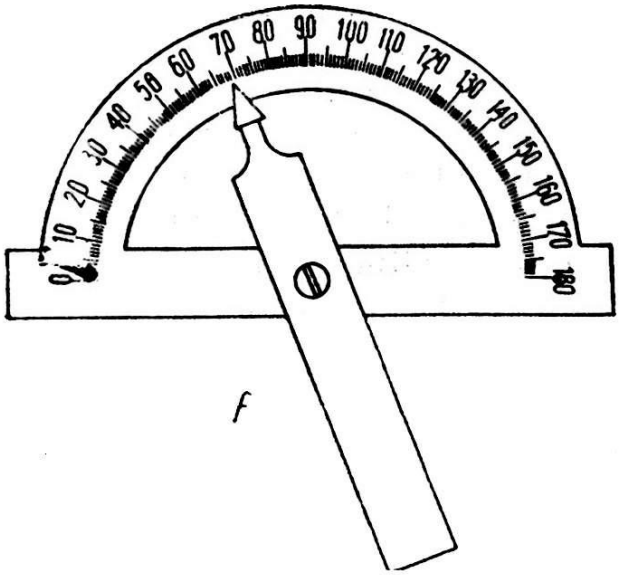
c


10 11 12 13 14 15 16

d


90°
120°

e


0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170 180

f

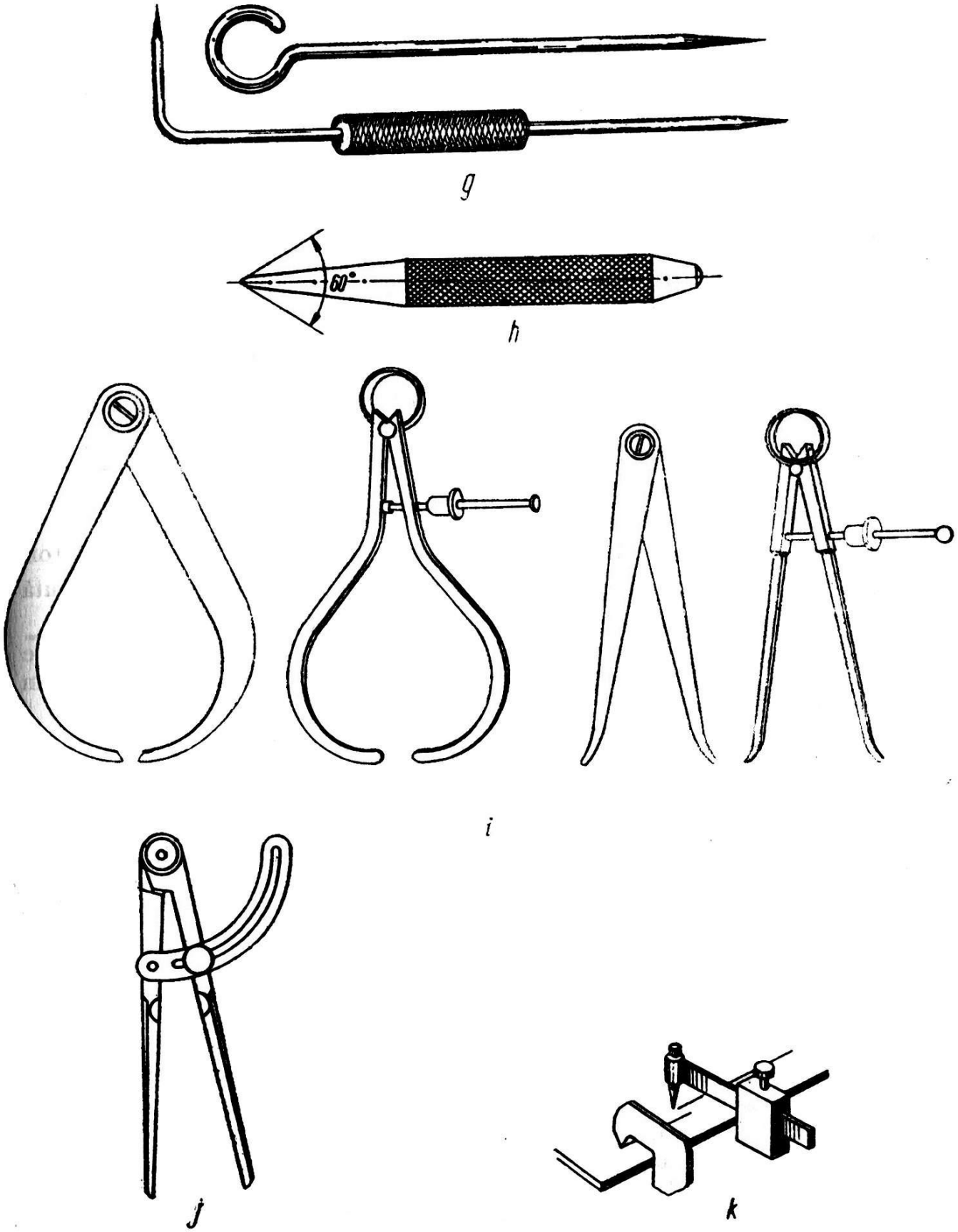



Fig. 85. Instrumente de trasare :

*a* — riglă de oţel flexibilă pînă la 2,00 m lungime; *b* — riglă de oţel rigidă pînă la 0,50 m lungime; *c* — metrul metalic articulat, de 1,00 sau 2,00 m lungime; *d* — ruletă metalică din oţel, de 1,00 sau 2,00 m lungime; *e* — echere; *f* — raportor simplu sau cu riglă; *g* — ace de trasat cu unul sau două vîrfuri ascuţite; *h* — punctator; *i* — compase de măsurat (pentru exterioar şi interior); *j* — compas de trasat; *k* — paralel.

Valțul mecanic poate fi acționat prin motor electric sau cu ajutorul preselor cu excentric.

Îndreptarea profilelor și a platbandelor se poate face manual, cu ciocanul sau prin dispozitive mecanice.

### 3. Trasarea

Trasarea este operația prin care reprezentăm geometric, în mărime naturală, forma piesei pe materialul care urmează a fi prelucrat. Această operație presupune în prealabil o atentă citire a planurilor, urmată de așezarea pe material a desenului respectiv în soluția cea mai economică, pentru ca deșeurile să fie cît mai reduse.

Trasarea tablei constă în marcarea cu ajutorul acului de trasat a conturului piesei care urmează a se executa. Aceste urme lăsate de vîrful acului pe material, numite *rizuri* sînt însemnate din loc în loc, cu punctatorul, tocmai pentru a fi ușor identificate.

Profilele laminate se trasează numai cu acul de trasat, fără punctator.

**În funcție de felul lucrării și de repetitivitatea pieselor care se execută se pot folosi două metode de trasare : după desen și după șablon.**

*Trasarea după desen* se folosește în cazul executării unei singure piese sau numai a cîtorva piese de același fel, pe baza dimensiunilor din plan și metodei de construcție, folosind acul de trasat și punctatorul.

*Trasarea după șablon* se folosește în cazul executării unui număr mare de piese, identice, după forma și dimensiunile unui șablon special construit.

*Se mai pot trasa piesele și după o piesă existentă*, identică cu cea care se cere, însă aceasta metodă nu este recomandată, atît datorită greutății în trasare cît și a erorilor care pot apare ca urmare a eventualelor diferențe dintre piesa care se construiește și modelul folosit.

Instrumentele care se folosesc la trasare sînt prezentate în figura 85, utilizarea lor fiind în funcție de tipul piesei și metoda de trasare aleasă. Pentru însemnarea pe tablă a locurilor în care se vor executa găuri se folosește punctatorul. Acul de trasat, din sîrmă sau din oțel cu mîner, se folosește pentru trasarea pe tablă a desfășuratelor sau a părților componente ale canalelor de aer. Pentru trasarea pe tablă a liniilor se folosește rigla metalică gradată, pentru unghiuri se folosește echerul și raportorul, pentru trasarea distanțelor interioare și exterioare și pentru liniile curbe compasul de măsurat, iar pentru trasarea unor linii paralele cu un plan dat se utilizează paralelul.

Riglele și echerele cu ajutorul cărora se face operația propriu-zisă, de trasare, trebuie să fie verificate, din cînd în cînd, deoarece marginile lor se tocesc sau se taie și pot deveni neregulate.

## 4. Tăierea materialelor

Operația de tăiere a tablelor sau a profilelor se realizează după trasarea acestora, executîndu-se la rece prin deformare plastică și reprezintă separarea unei porțiuni de material dintr-un întreg.

Aceasta se realizează cu diferite scule tăietoare în funcție de grosimea tablei, de caracteristicile materialului, de dimensiunea și forma desfășuratei etc.

Pentru grosimi ale tablei sub 0,75 mm se folosesc scule manuale, cum este foarfecele de mînă, cu lame bine ascuțite, care nu produc bavuri (fig. 86).

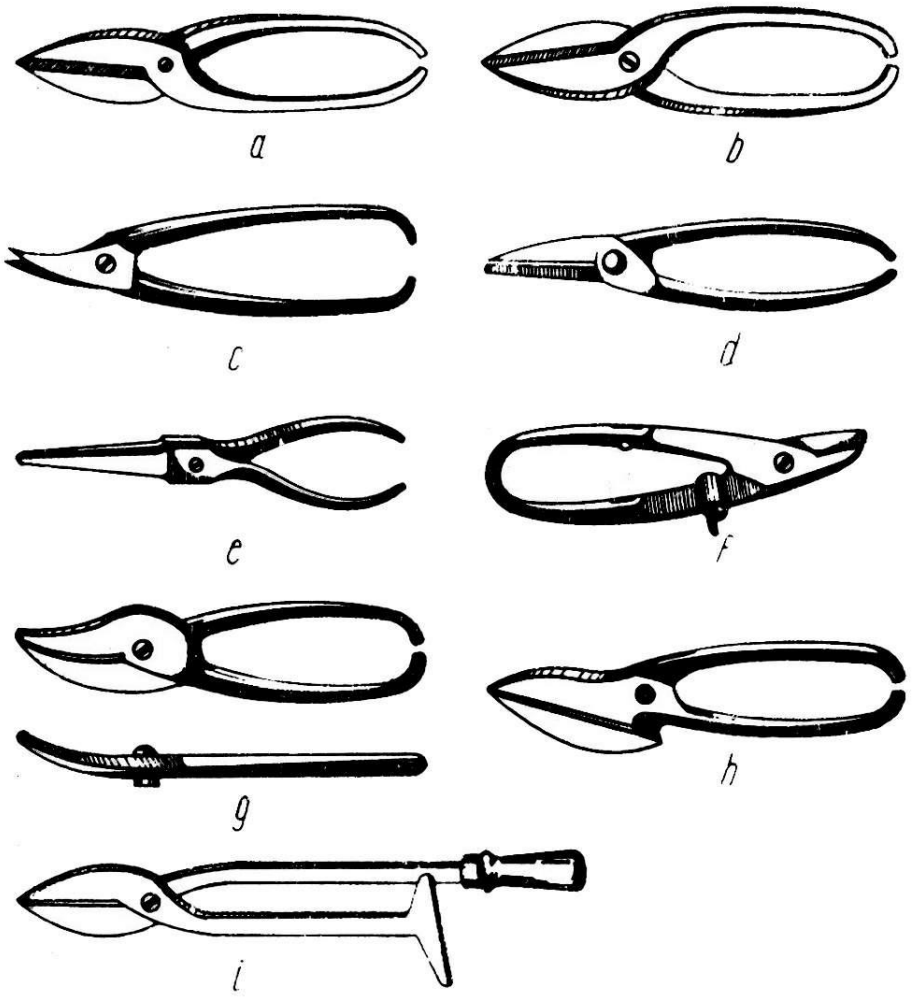



Fig. 86. Foarfece de mînă :

*a* — cu lame drepte pentru tăiere pe stînga; *b* — idem, pentru tăiere pe dreapta; *c* — idem, pentru decuparea găurilor; *d*, *e*, *f*, *g*, *h* — idem, pentru contururi curbe; *i* — idem, pentru tăierea tablei montată pe banc.

După felul cum sînt așezate lamele foarfecelor, se deosebesc : foarfece pentru tăiat pe dreapta și foarfece pentru tăiat pe stînga. La foarfecele pentru tăiat pe dreapta, lama superioară este așezată în partea dreaptă,

ceea ce dă posibilitatea să se vadă semnul de pe tabla care se taie. La foarfecele de tăiat pe stînga, lama superioară este așezată pe stînga, acoperind semnul trasat.

Tăierea tablelor după linii curbe se face cu foarfece cu lame curbe (fig. 86 : *4*, *5*, *6*, *7*, *8*). Dacă se taie cu mîna dreaptă, se vor întrebuința foarfece pe dreapta și invers, dacă se taie cu mîna stîngă, pentru că numai astfel se poate vedea linia de tăiere trasată.

La tăierea figurilor curbe, este indicat să se folosească foarfece pentru tăiat pe stînga, în care caz tăierea se face în direcția de rotire a acelor de ceasornic. În cazul folosirii foarfecelor de tăiat pe dreapta, tăierea se face în sens opus rotirii acelor de ceasornic.

Tăierea cu aceste foarfece se execută după liniile trasate pe tablă, sprijinind în permanență lama inferioară pe bancul de lucru. Prin strîngerea puternică a celor două mînere, foarfecele înaintează urmînd conturul deschiderea la fiecare tăiere, deschiderea fiind cît mai largă pînă la maximum 2/3 din lungimea lamelor, poziția lui fiind mereu perpendiculară pe suprafața tablei.

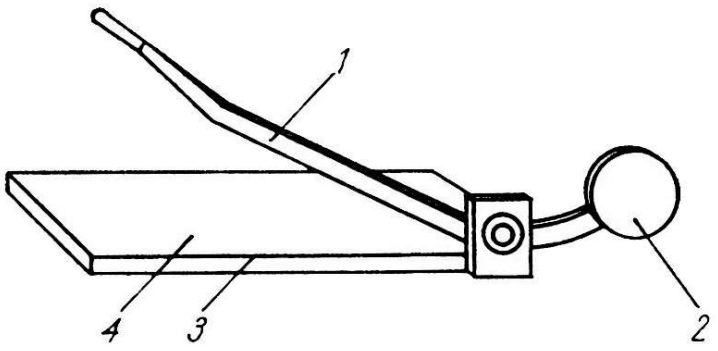



Fig. 87. Foarfece cu pîrghie și contragreutate :
*1* — pirghie; 2 — contragreutate; 3 — muchie tăietoare; *4* — masă.

Tablele cu grosimi mai mari de 0,75 mm, pînă la 2 mm se taie atît manual cît și mecanic, folosind foarfecele cu suport sau foarfecele cu pîrghie și contragreutate acționate manual (figura 87), iar atunci cînd se lucrează în ateliere speciale, pentru mărirea vitezei de execuție se folosește foarfecele electric de mînă (fig. 88), foarfecele-ghilotină (fig. 89), foarfecele cu role (fig. 90) sau foarfecele cu cuțit vibrator.

Foarfecele cu pîrghie și contragreutate, foarfecele ghilotină și foarfecele cu vibrator se folosesc pentru tăieturi drepte. Foarfecele cu role, foarfecele electrice de mînă și foarfecele cu cuțit vibrator se folosesc și pentru tăierea contururilor curbe, acesta din urmă executînd chiar și tăieturi cu contur închis, fără găurirea prealabilă a tablei.

Foarfecele cu role acționate electric se pot folosi pentru a tăia piese rotunde din tablă, cu grosimea pînă la 10 mm și cu un diametru pînă la 1,50 m.

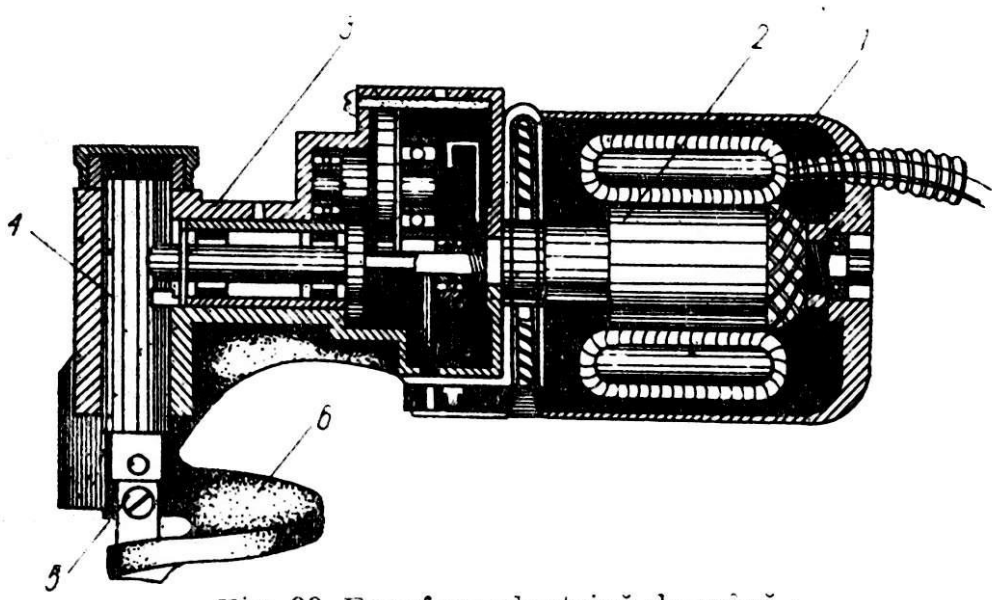



Fig. 88. Foarfece electrică de mînă :

*1* — corp; *2* — motor electric; *3* — excentric; *4* — ax; *5* — cuţit; *6* — ghidaj.

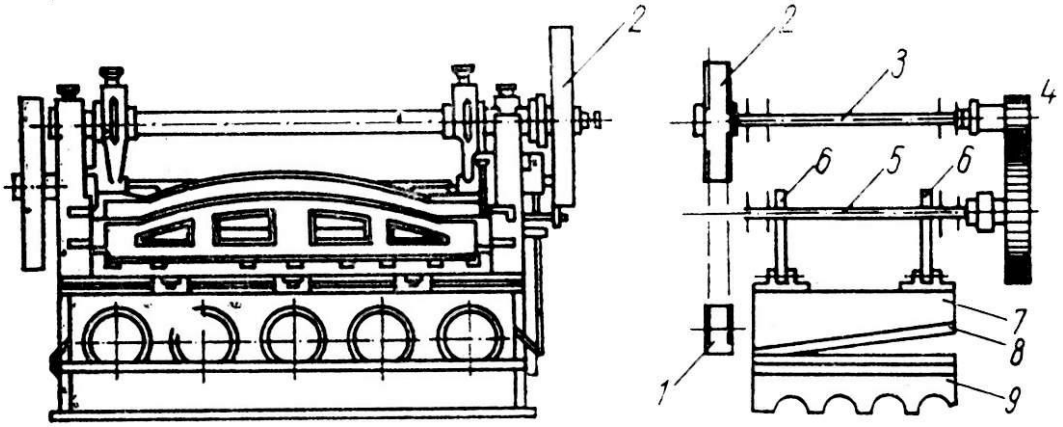



Fig. 89. Foarfece ghilotină :

*1* — şaibă electromotor; *2* — şaibă foarfece; *3* — ax de transmisie; *4* — roţi dinţate; *5* — ax de lucru; *6* — mecanism-bielă-manivelă; *7* — cuţit mobil; *8* — cuţit fix; *9* — postament.

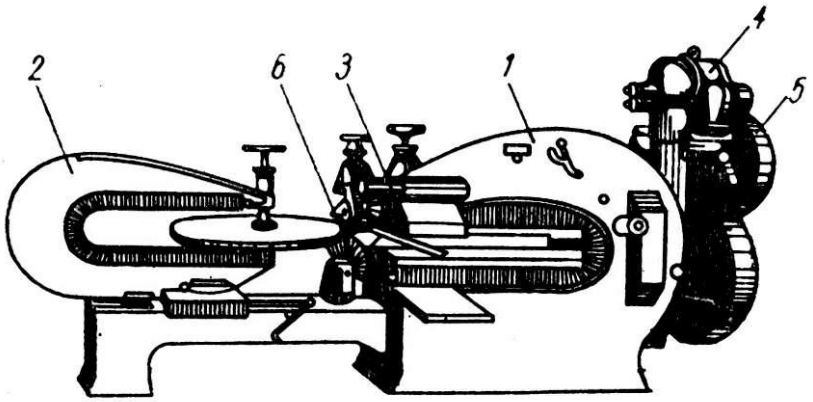



Fig. 90. Foarfece cu role :

*1* — batiu; *2* — cadru de fixarea tablei; *3* — dispozitiv de fixarea cuţitelor; *4* — motor electric; *5* — reductor de turaţie; *6* — roţi dinţate.

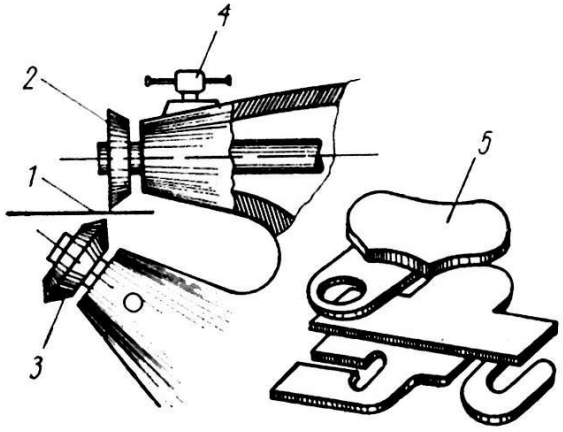



Fig. 91. Tăierea cu foarfecele cu role :
*1* — tablă; *2* — cuțit superior; *3* — cuțit inferior; *4* — șurub de reglaj; *5* — mostre de tablă tăiată.

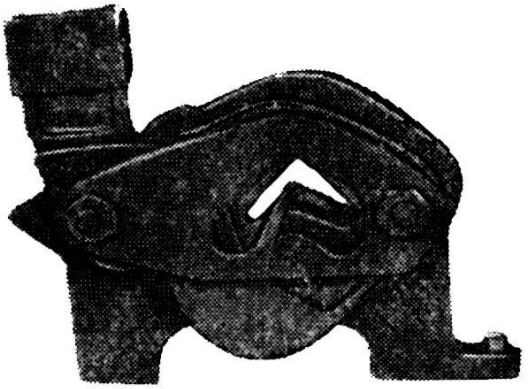


Fig. 92. Foarfece de tăiat cornier.

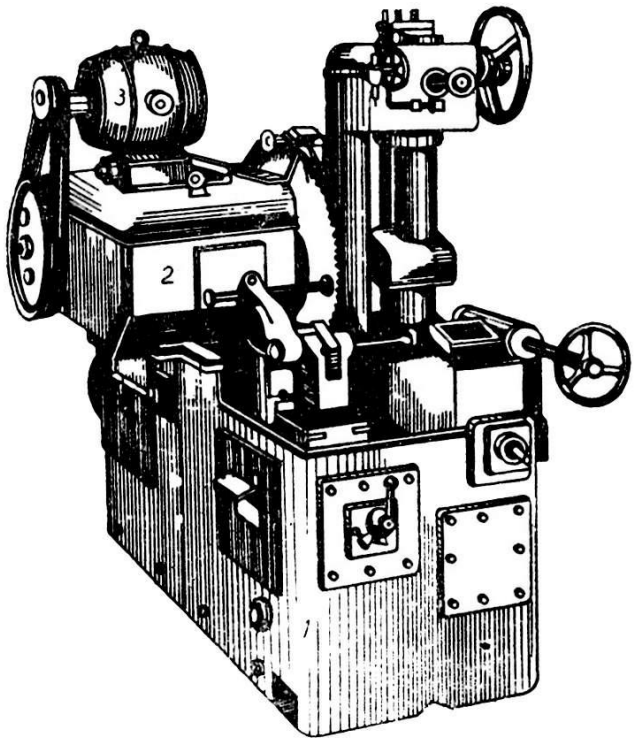



Fig. 93. Ferăstrău mecanic circular :
*1* — patiu; *2* — carcasă cu mecanisme; *3* — electromotor.

La tăierea manuală cu foarfecele cu role tabla se introduce între cuțite, care însă nu trebuie așezate la o distanță prea apropiată unul de celălalt, deoarece în acest caz tăierea s-ar realiza foarte greu, fiind necesară împingerea tablei.

În figura 91 se arată în detaliu cele două cuțite — discuri ale foarfecei cu role, care apucă materialul care se taie, asigurînd astfel înaintarea lui. Lucrătorul imprimă tablei numai direcția dorită, rotația discurilor fiind continuă.

Tăierea profilelor se realizează cu foarfeca de tăiat cornier (figura 92), ferăstrăul mecanic cu mișcare rectilinie alternativă sau cu ferăstrăul mecanic circular (fig. 93).

## 5. Îndoirea

Operația prin care se realizează modificarea unei suprafețe plane după unul sau mai multe planuri diferite se numește îndoire. În funcție de dimensiunea tablei, cît și a posibilităților existente pe șantier îndoirea se poate executa manual sau mecanic.

În timpul îndoirii, un material suportă o întindere pe partea exterioară și o comprimare pe cea interioară, ceea ce face să se producă deformații. Dacă după încetarea forței de acționare materialul revine la forma normală, deformația se numește elastică, în caz contrar, deformația se numește plastică.

Alungirea sau scurtarea materialului în urma îndoirii depinde de grosimea și natura acestuia, în sensul că deformațiile sînt cu atît mai mici cu cît grosimea este mai mică sau materialul mai maleabil. De exemplu, la aceleași grosimi de tablă, raza limită de îndoire este cu mult mai mică la tablele de cupru, alamă sau aluminiu decît la cea de oțel.

Tablele și profilele subțiri se îndoaie foarte bine la rece.

La tablele mai groase, ca și la unele profile mijlocii, dacă îndoirea se face la rece, pot apărea crăpături și deformări care conduc în final la deteriorarea materialului. Pentru eliminarea acestei situații, înainte de îndoire materialul se încălzește.

**Îndoirea manuală se realizează cu următoarele scule și dispozitive :**

1) *Ciocane de diferite tipuri, asemănătoare celor folosite la îndreptarea materialelor*
2) *Nicovale ascuțite, pentru îndoire dreaptă*
3) *Nicovale curbe, pentru îndoirea la diferite unghiuri*
4) *Șine pentru îndoit*

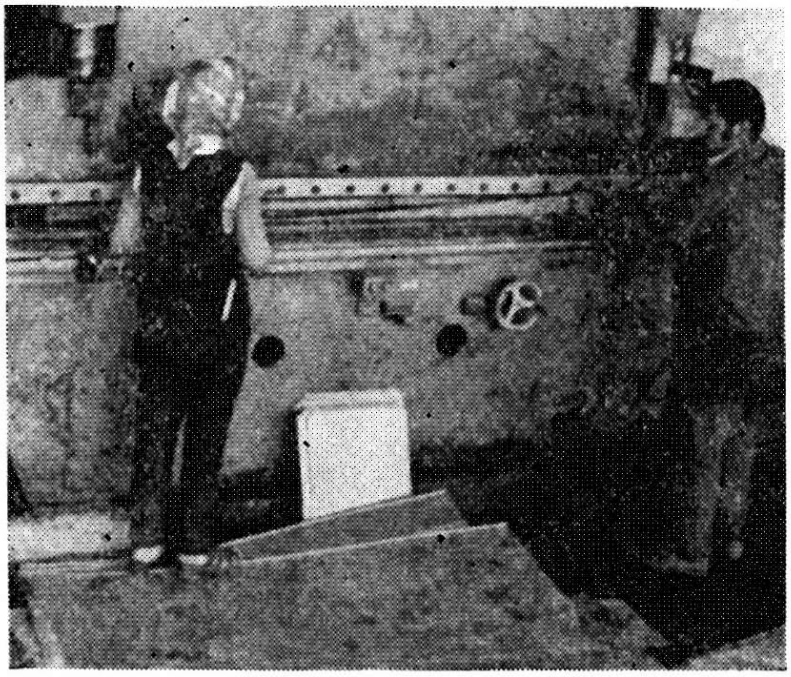


Fig. 94. Presa mecanică de îndoit.

**Îndoirea mecanică se realizează cu următoarele dispozitive speciale sau mașini :**

1) *Prese mecanice de îndoit* (fig. 94)
2) *Dispozitive acționate manual sau prin basculare* (fig. 95, *a*, *b* și 96, *a*, *b*)
3) *Mașini cu role pentru profile*

## 6. Nervurarea tablelor

Operația prin care se formează prin presare, nervuri care au rolul de a mări rigiditatea elementelor executate din tablă poartă numele de nervurare.

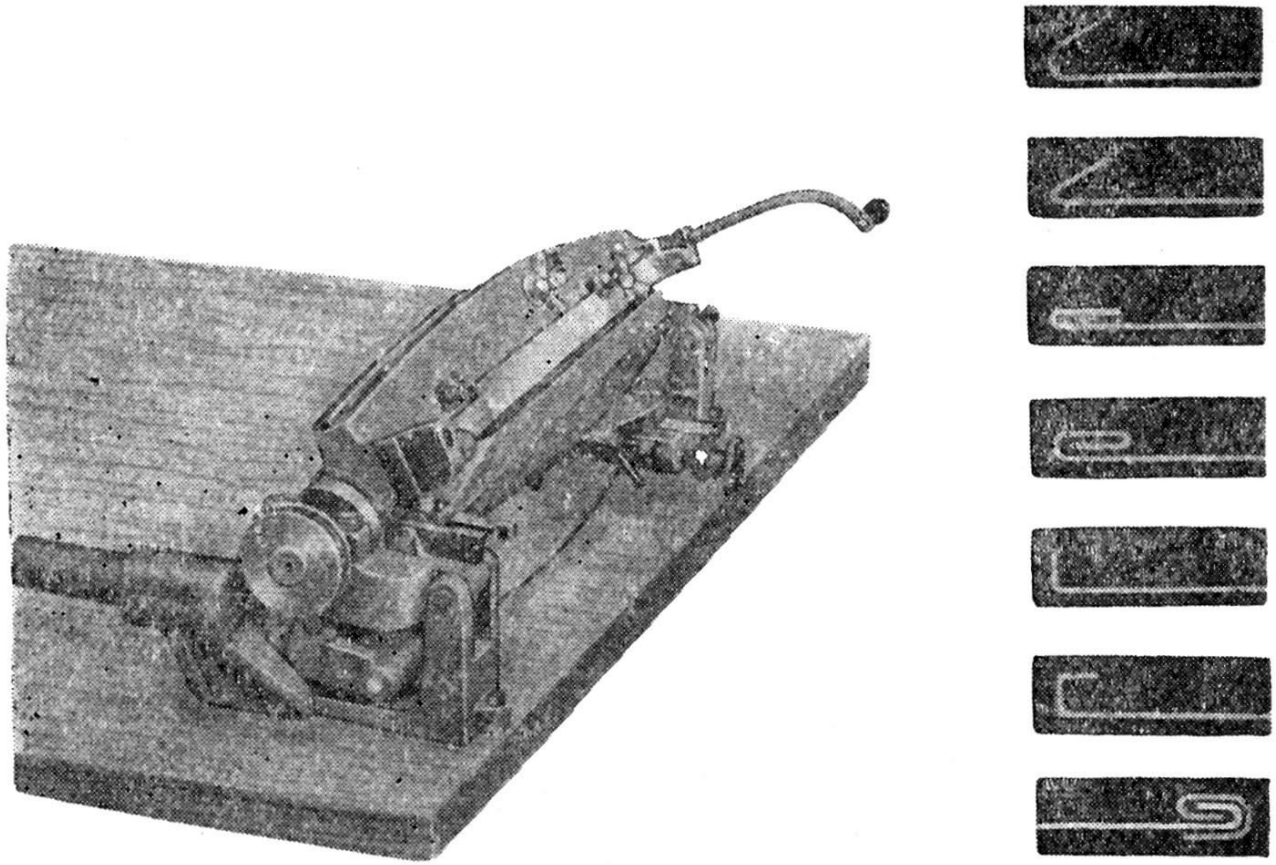


Fig. 95. Presa de îndoit acţionată manual.

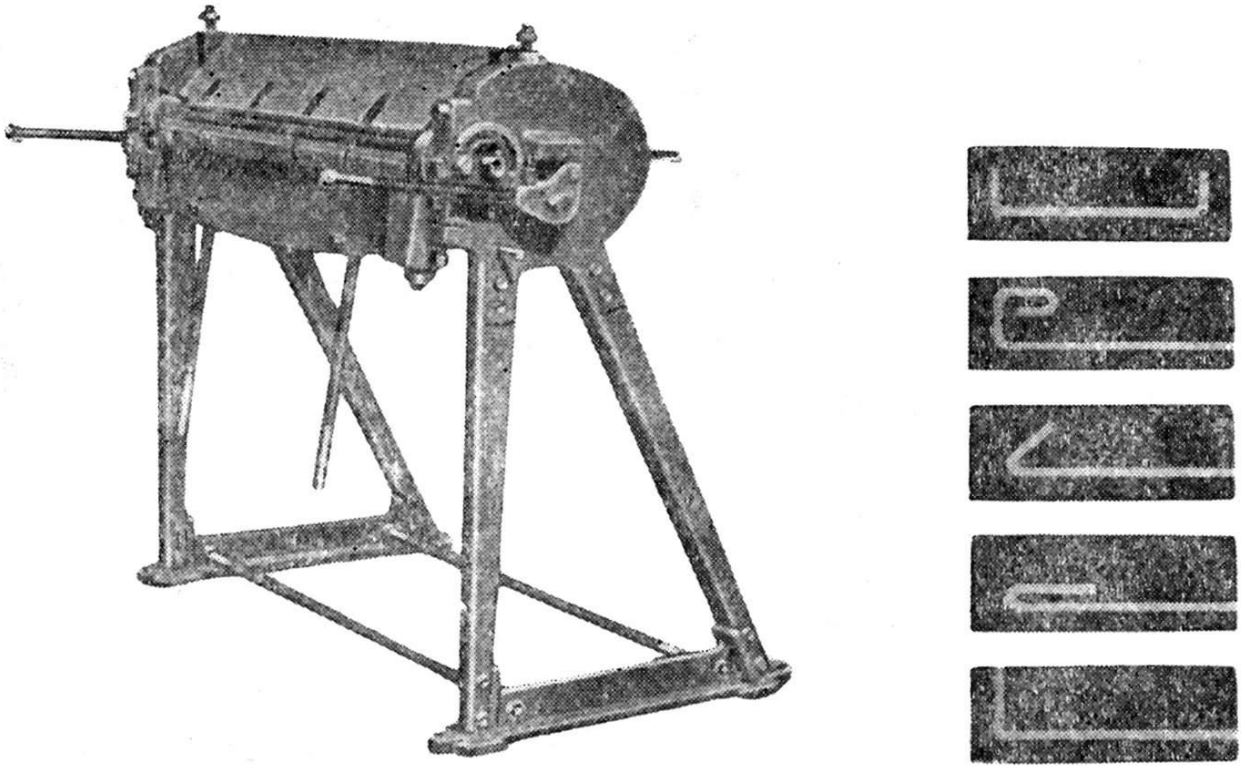


Fig. 96. Presă de îndoit acţionată prin basculare.

**Dispozitivele folosite sînt :**

1) *Mașina manuală de nervurat* care cu ajutorul a două role, de diferite forme, corespunzător profilului de nervură cerut, execută îndoirea marginilor la piesele curbilinii, la tronsoanele conductelor circulare și formează totodată evazările la tronsoanele coturilor și ale conductelor de aer.

2) *Mașina de profilat tablă* este asemănătoare cu mașina manuală. În figura 97, *a*, *b* se prezintă o asemenea mașină manuală, prinsă de banc, care face posibilă executarea mai multor operații, prin simpla schimbare a rolelor. Greutatea mașinii este pînă în 30 kg, iar setul de role care poate fi utilizat este : *1*, *2*, *3* — trei perechi de role de mărime obișnuită folosite

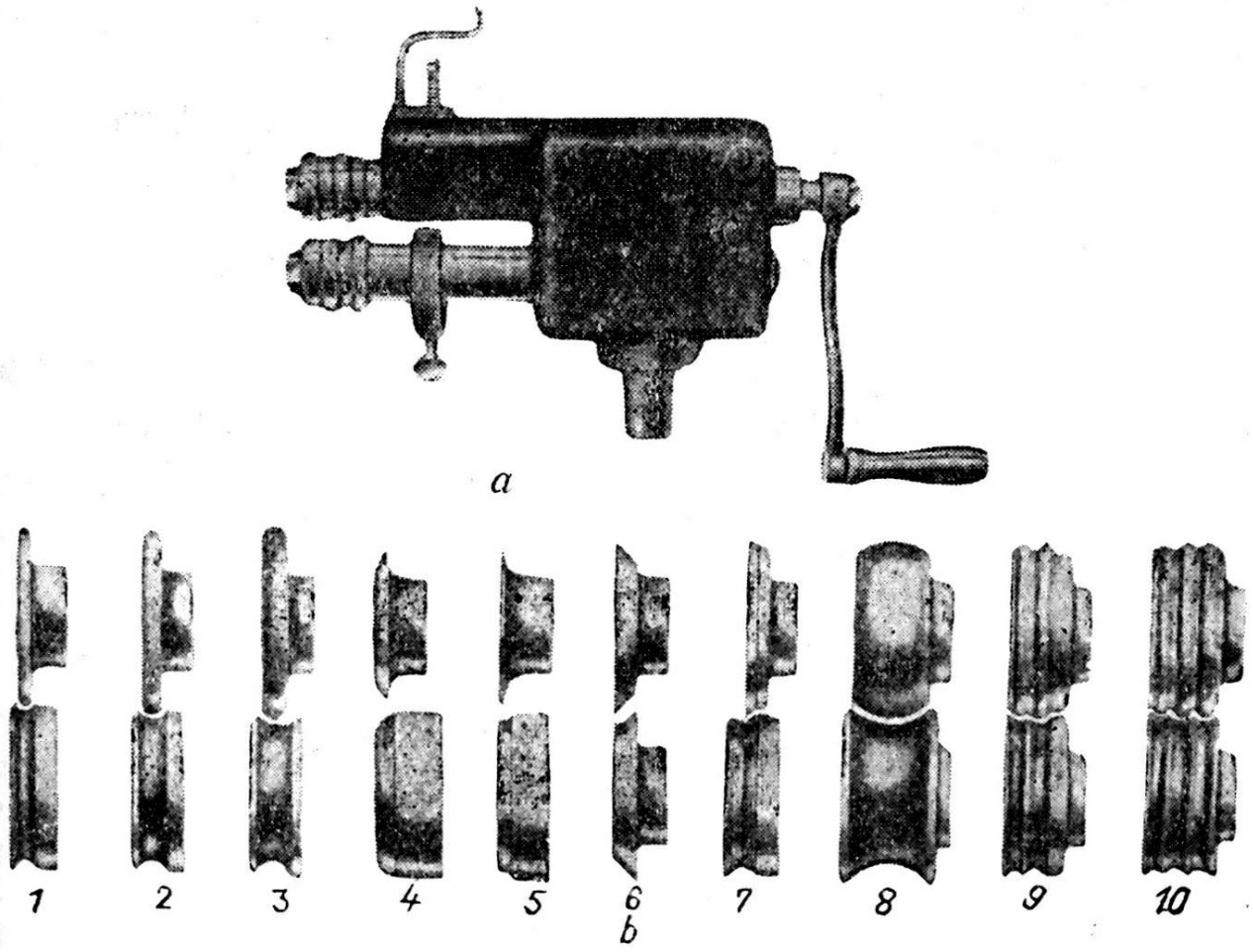



Fig. 97. Mașină manuală de nervurat.

la îndoit ; *4* — o pereche de role pentru introdus sîrma ; *5* — o pereche de role pentru fălțuit ; *6* — o pereche de role pentru îndoit marginea ; *7* — o pereche de role pentru bordurat ; *8*, *9*, *10* — trei perechi de role pentru ondulat.

În figura 98 se prezintă o mașină de executat nervuri pentru burlane de fum sau de gunoi. Mașina poate nervura și totodată îmbina burlanele sau poate efectua numai una din cele două operații, prin schimbarea rolelor.

Fig. 98. Maşină de nervurat pentru burlane de fum şi de gunoi.

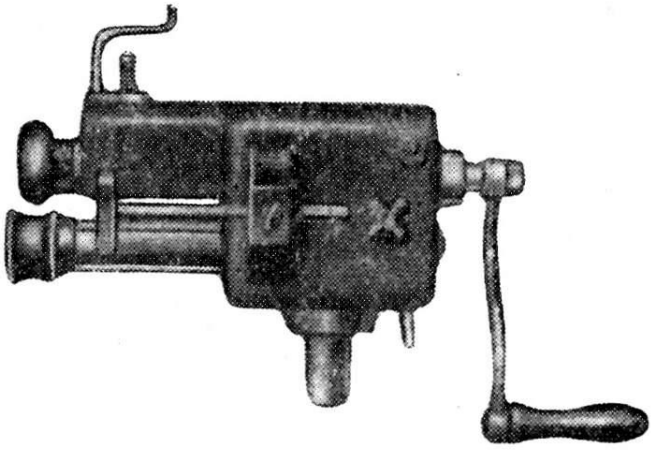


Fig. 99. Maşină de ondulat tablă.

Figura 99 reprezintă o maşină de ondulat tablă, acţionată manual, astfel construită încît rolele se adaptează să onduleze sau să formeze orice profil.

### 7. Înfăşurarea sîrmei pe tablă

Un alt mijloc folosit la mărirea rezistenţei pieselor din tablă constă din executarea unor întăriturii formate din sîrmă de diferite mărimi, peste care se înfăşoară marginile tablei (fig. 100). Această operaţie se poate realiza manual, folosind ciocanul de lucru pentru îndoirea marginei tablei aşezată pe masa de lucru în dreptul unui colţar, după care cu ciocanul de tinichigerie prin lovituri uşoare se petrece marginea îndoită peste sîrma de armare. Marginea tablei care se înfăşoară nu trebuie să aibe o lăţime mai mare de 2,5 ori diametrul sîrmei.

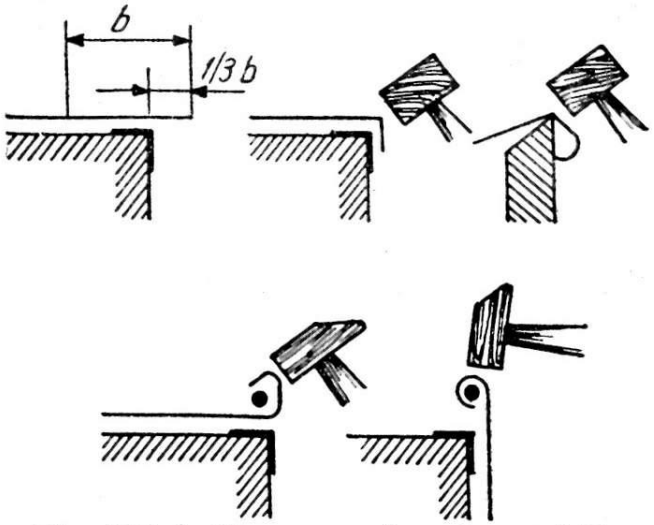



Fig. 100. Înfăşurarea sîrmei pe tablă.

De asemenea, înfășurarea sîrmei pe tablă o putem realiza mecanic cu ajutorul mașinii de fălțuit sau a mașinii de nervurat (v. fig. 97) care cuprinde în construcția ei și posibilitatea executării acestei operații, prin înlocuirea cu o pereche de role speciale (poziția *4*).

## 8. Rotunjirea tablei

Pentru a se obține secțiunea circulară a canalelor, tabla se curbează manual sau cu mașina.

*Rotunjirea manuală* se realizează folosind o țeavă, o bară sau o șină, pe care se așază tabla, întîi folosind apăsarea cu mîna, apoi loviturile de ciocan. Mașina de rotunjit acționată manual este aceeași cu mașina de îndreptat manual, tabla (sau profilul) fiind introdusă între cilindrii care se rotesc în sens contrar (fig. 101). În primul rînd se introduc margi-

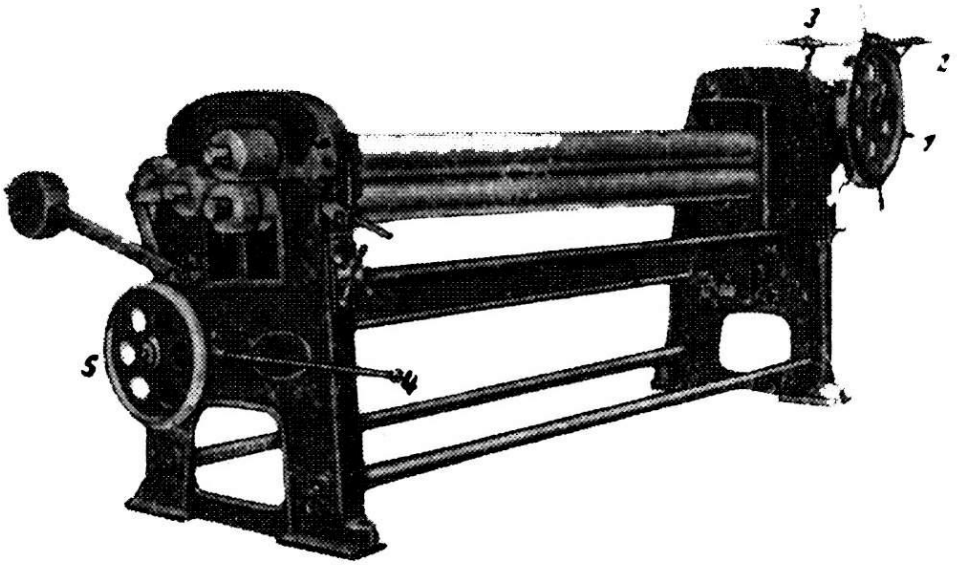



Fig. 101. Mașina de roluit table sau profile :
*1* — roata de acționare; 2 — manetă; 3, *4* — dispozitive de acționare; 5 — roată de reglare.

nile tablei pentru falț, apoi se rotunjește, astfel ca după încheierea piesei să se rotunjească definitiv. Pentru rotunjirea pieselor tronconice se folosește mașina manuală de rotunjit piese tronconice.

*Rotunjirea mecanică* se realizează cu mașinile de curbat acționate mecanic, asemănătoare cu cele acționate manual, dar de o precizie și productivitate mult mai mare.

## 9. Prelucrarea prin așchiere a materialelor

Pentru realizarea unor piese ale canalelor din tablă sînt necesare uneori operații de așchiere ca : găurire, filetare, pilire, polizare și strunjire. Acestea se realizează de obicei în atelierele specializate dotate cu utilaje și scule corespunzătoare.

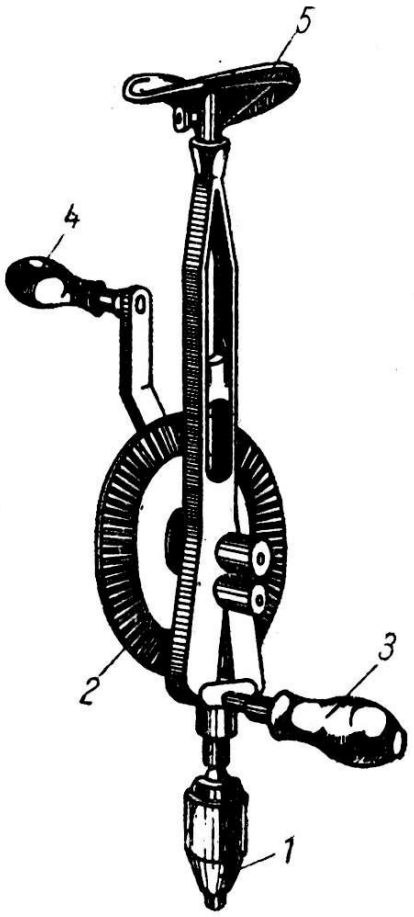



Fig. 102. Maşină de găurit : 1 — mandrină; 2 — roată de acţionare; 3 — miner fix; 4 — manivelă; 5 — placă de piept.

a. **Găurirea.** Găurirea se realizează cu burghiile elicoidale din oţel de scule care se prind în mandrină, operaţia putînd fi executată manual, cu maşini de găurit acţionate manual (fig. 102), cu dispozitive portabile acţionate electric şi cu maşini de găurit.

b. **Filetarea.** Filetarea este operaţia prin care se execută un filet exterior sau interior în vederea realizării unor asamblări demontabile.

*Filetul interior* se realizează cu ajutorul unei scule numită tarod, în trei etape succesive. În acest scop se utilizează un set de trei tarozi diferiţi de acelaşi diametru nominal : de degresare, de tăiere şi de finisare.

Pentru a se preîntîmpina ruperea tarozilor, datorită înfundării cu material în interior, diametrul găurii în care se face filetarea se ia mai mare decît diametrul interior al filetului.

La obţinerea unui *filet drept*, trebuie urmărită aşezarea burghiului cu axa lui în axa găurii ce se filetează. Pentru uşurinţa lucrului, prinderea piesei de filetat în menghină trebuie să se facă pe cît posibil, orizontal. Din cînd în cînd, burghiul trebuie răsucit înapoi, pentru ca şpanurile adunate să se poată desface şi să poată fi mai uşor eliminate.

Pentru executarea acestor operaţii se folosesc scule manuale sau mecanice. Executarea filetului exterior se realizează cu filiere, care pot fi rotunde, pătrate, hexagonale, cu bacuri prismatice, în cazul unei tije şi filiere pentru ţevi. Manevrarea tarozilor cu mîna se face cu ajutorul clupei sau manivelei, care poate avea unul sau două braţe.

În atelierele de ventilare, pentru mărirea productivităţii se folosesc maşini de filetat, asemănătoare strungurilor.

c. **Pilirea.** Pentru aducerea pieselor, după tăiere, la forma şi dimensiunile necesare, se foloseşte operaţia de prelucrare prin pilire care constă în îndepărtarea surplusului de material cu ajutorul pilelor. De obicei această operaţie se aplică atunci cînd stratul care se îndepărtează nu este prea mare, obţinîndu-se un grad de finisare acceptabil.

**După forma lor, pilele pot fi :** 1) *late ;* 2) *late ascuțite ;* 3) *late de degroșare ;* 4) *semirotunde ;* 5) *rotunde ;* 6) *triunghiulare ;* 7) *pătrate ;* 8) *ovale ;* 9) *cuțite.*

**După finețea danturii, pilele sînt :** 1) *aspre ;* 2) *bastarde ;* 3) *semifine ;* 4) *fine ;* 5) *dublufine.*

Pentru pilire, piesele se curăță de praf și grăsime, apoi se prind în menghină. În funcție de suprafața care se prelucrează se alege pila corespunzătoare, începînd pilirea întotdeauna cu o pilă cu dinții mari, trecînd treptat la pile din ce în ce mai fine.

În figurile 103, *a*, *b*, *c* sînt arătate pozițiile succesive ale muncitorului care execută operația, iar în figurile 103, *d*, *e*, mișcarea pilei.

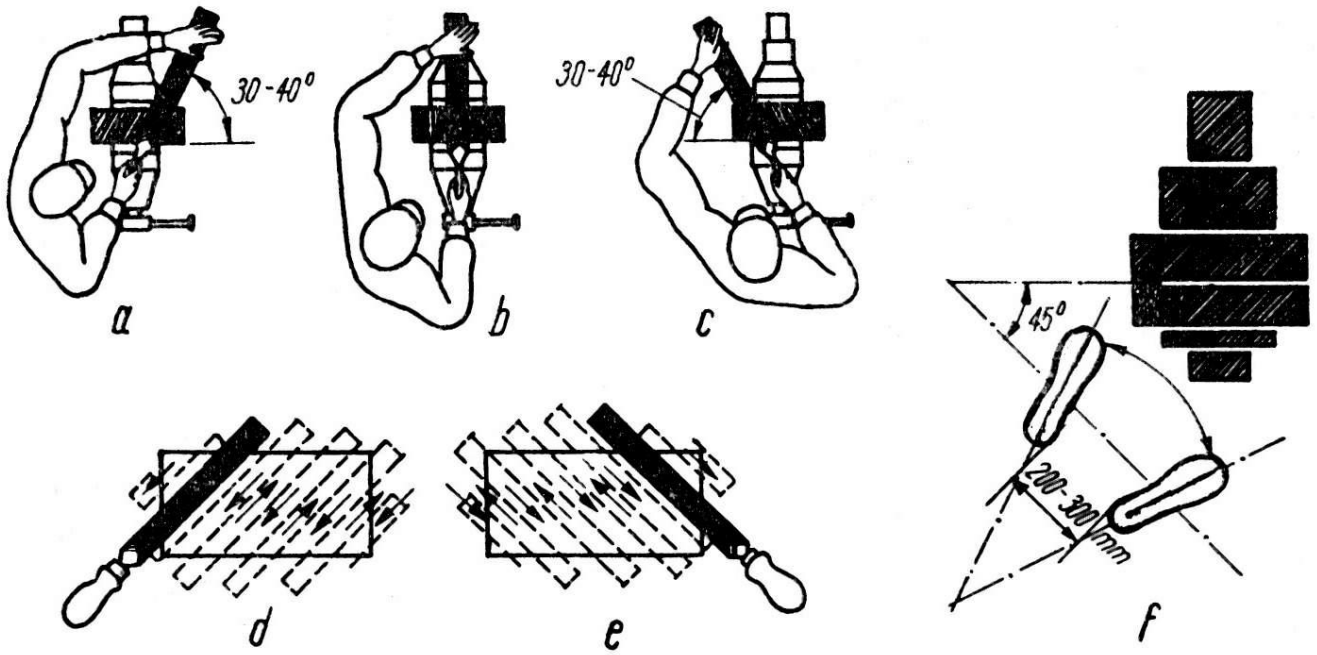



Fig. 103. Poziția corectă la pilire :
*a*, *b*, *c* — pozițiile succesive ale muncitorului; *d*, *e* — mișcarea pilei; *f* — poziția corectă a corpului.

*În cazul pilirii tablei* aceasta nu trebuie să depășească cu mult fălcile menghinei, pentru a nu se îndoi. Pila se apucă cu mîna dreaptă, sprijinindu-se bine mînerul în podul palmei. Cu mîna stîngă, pila este apăsată usor, în timpul înaintării ei, deasupra piesei.

*La degroșare*, cînd folosim pilele cu dinții mari, mișcările brațelor sînt ajutate de mișcările corespunzătoare ale corpului. În figura 103, *f* se poate vedea poziția corectă la pilire ; corpul trebuie să fie înclinat față de menghină cu un unghi de aproximativ 45°. Distanța dintre tălpile picioarelor trebuie să fie de circa 200—300 mm.

*Felul pilei*, pentru prelucrare, trebuie să fie ales în raport cu dimensiunile și forma piesei. Nu se utilizează pile de degroșare cînd se pilește o suprafață mică, pentru care este necesară o ajustare fină sau nu se va

pili cu o pilă mică o suprafață mare de pe care trebuie scos un strat gros de material.

*Cu pilele noi nu se va lucra în același timp pe ambele fețe. Cu a doua față se va lucra numai după ce s-a uzat prima față.*

### 10. Îmbinarea tablelor

În instalațiile de ventilare și condiționarea aerului îmbinarea tablelor se poate face prin fălțuire, sudură, lipire sau nituire. Alegerea sistemului de îmbinare se face în funcție de destinația instalației, gradul de etanșare, grosimea și felul tablelor etc.

a. **Fălțuirea.** Falțul reprezintă o îmbinare între două table care se prind una de cealaltă, prin marginile lor îndoite și bine presate. Fălțuirea este mijlocul cel mai răspîndit pentru asamblarea pieselor din tablă subțire, fiind principalul procedeu folosit în executarea lucrărilor de ventilare ; tubulatură, piese speciale și guri de aer. Cînd tabla are grosimea pînă la 1,25 mm, fălțuirea se poate executa și manual, iar cînd grosimea ei este între 1,25 și 2 mm se execută în general numai mecanizat.

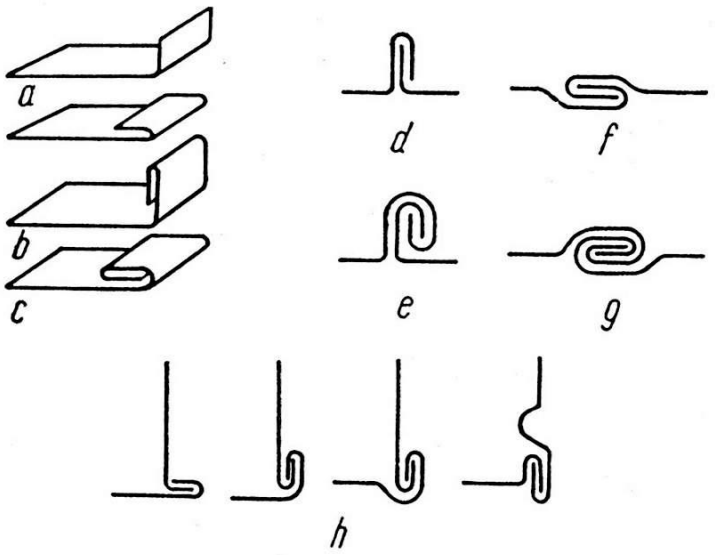



Fig. 104. Tipuri de falțuri :
*a* — simplu; *b* — cu o îndoitură; *c* — dublu; *d* — simplu perpendicular; *e* — dublu perpendicular; *f* — simplu culcat; *g* — dublu culcat; *h* — simplu de colț.

Fălțuirile se deosebesc după sistemul de îndoire a tablei (fig. 104).

**După felul încheieturii, falțurile se pot grupa în :**

1) *Falțuri simple*
2) *Falțuri duble*
3) *Falțuri combinate*
4) *Falțuri de colț*

**După formă falțurile se clasifică în :**

1) *Falțuri perpendiculare*
2) *Falțuri culcate*

**După poziție falțurile se pot grupa în :**

1) *Falțuri transversale*
2) *Falțuri longitudinale*

*Falțurile simple culcate* se folosesc la execuția asamblărilor longitudinale de încheiere la canalele de toate dimensiunile executate din tablă avînd greutatea de 7 kg/m² și chiar mai mult, de asemenea la executarea pieselor speciale ale instalațiilor de ventilare care nu cer o rezistență mecanică ridicată și etanșeitate mare.

*Falţurile duble culcate* se folosesc la îmbinări longitudinale intermediare care se execută din tablă avînd greutatea de 6,5 kg/m², acolo unde se cere o rezistenţă mecanică şi etanşeitate mare.

*Falţurile în picioare (perpendiculare) cu încheierea simplă sau dublă* se folosesc mai ales la execuţia pieselor cu secţiunea circulară, cînd este necesară o rezistenţă mai ridicată a pieselor cum ar fi: la îmbinarea transversală a canalelor de aer, ramificaţii etc.

*Falţul combinat* este tot atît de rezistent ca şi cel dublu, putînd să-l înlocuiască acolo unde acesta nu se poate executa; de exemplu la piesele lungi ale canalelor de aer (pînă la 2,00—3,00 m).

*Falţul de colţ simplu sau combinat* se foloseşte la executarea canalelor de aer cu secţiune dreptunghiulară, precum şi a pieselor care au forma dreptunghiulară, la îmbinările dintre acestea.

În condiţiile atelierelor speciale, falţurile şi îmbinările lor se execută pe bancuri de lucru şi cu ajutorul utilajelor şi maşinilor. În condiţiile şantierului, la locul de montaj, folosirea lucrărilor mecanizate fiind mult mai dificilă, operaţiile legate de pregătirea falţurilor şi a încheieturilor de falţuri sînt executate de multe ori manual, folosindu-se cele mai simple scule şi utilaje.

În continuare se va descrie executarea acestor operaţii atît manual, cît şi mecanizat, încercîndu-se o prezentare cît mai completă a tehnologiei de execuţie la fălţuire.

*Manual, falţurile se execută pe un colţar, o nicovală, o bară de oţel cornier sau alt profil, fixat pe bancul de lucru.* Aici sînt folosite sculele prezentate anterior: ciocane de lemn, de tinichigerie, de presat falţuri, dălţi, distanţiere etc. (fig. 105).

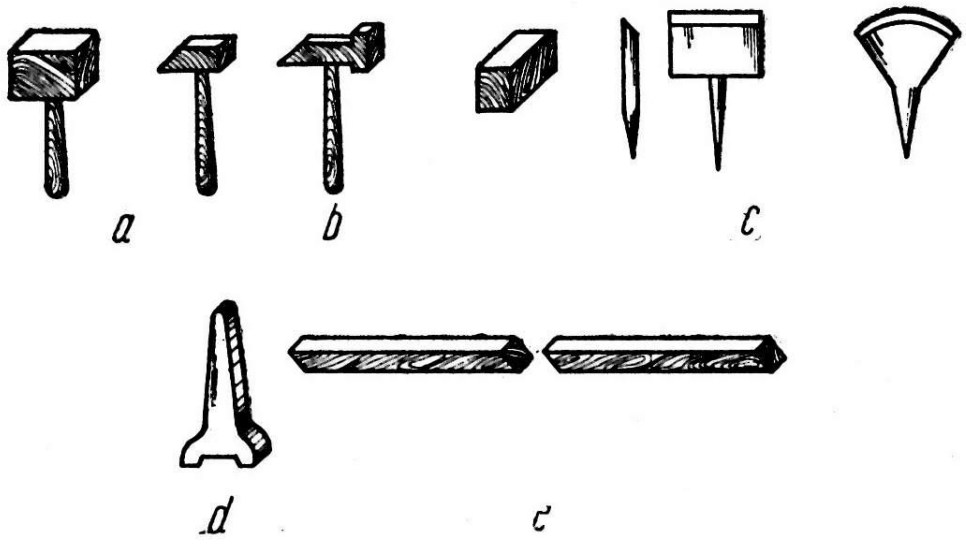



Fig. 105. Scula pentru executarea manuală a falţurilor:
*a* — ciocane de lemn; *b* — ciocan de tinighigerie; *c* — nicovale; *d* — contră; *e* — riglă.

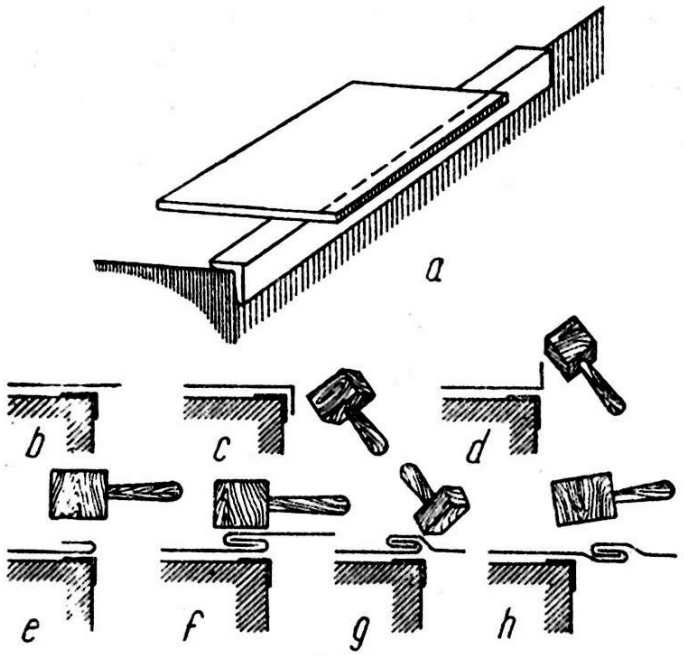


Fig. 106. Succesiunea operațiilor la executarea falțului simplu.

**În figura 106 sînt redate, succesiv, operațiile necesare pentru executarea falțului simplu ;** se determină întîi rezerva pentru falțuri : pentru falțuri late de 8 mm rezerva este de 21 mm, iar pentru falțuri late de 12 mm, rezerva este de 30 mm. Apoi, pe o foaie de tablă cu ajutorul acului de trasat se trasează o linie la distanța de 7 mm de margine pentru un falț lat de 8 mm, de 8 mm pentru un falț lat de 10 mm și de 10 mm pentru un falț lat de 12 mm (fig. 106, *a*). Linia trasată trebuie să coincidă cu muchia cornierului fixat de bancul de lucru și se îndoaie marginea în jos cu ajutorul ciocanului de lemn, formînd un unghi de 90° (fig. 106, *b*, *c*).

În tot acest timp tabla se apasă cu mîna stîngă, pe masă, pentru a nu se deplasa. Apoi foaia de tablă se întoarce și cu ciocanul de lemn, prin batere, marginea se apropie de foaie (fig. 106, *d*, *e*), fără a se întări falțul. La fel se îndoaie marginea și la cealaltă foaie de tablă, iar după aceea, amîndouă foile se unesc, introducîndu-se una într-alta marginile îndoite, urmînd întărirea falțului cu ajutorul ciocanului de lemn (fig. 106, *f*, *g*, *h*). Astfel se formează o îmbinare destul de rezistentă.

*În caz de necesitate, falțul simplu se poate întări cu cleme* (fîșii de tablă cu dimensiunile de 80 ×30 mm) care se prevăd din 500 (700) mm. În aceste cazuri falțul se execută după procedeul obișnuit, descris anterior (fig. 107, *a*, *b*), după care în marginea îndoită a tablei se pune clema îndoită la mijloc (fig. 107, *c*), unul din capetele clemei se trece dincolo de marginea tablei, iar în marginea îndoită a tablei se introduce marginea îndoită de la cealaltă tablă ; se îndoaie peste aceasta cea de a doua jumătate a clemei (fig. 107, *d*), se întărește falțul (fig. 107, *e*) și se realizează forma definitivă cu ciocanul sau cu o piesă specială ce are forma falțului, obținînd încheietura (fig. 107, *f*).

La executarea unui asemenea falț simplu, întărit, lățimea marginei care se îndoaie (inclusiv partea de rezervă în raport cu grosimea falțului)

este egală, pe una din table, cu lățimea dublă a falțului, iar pe cealaltă tablă, cu de trei ori lățimea falțului. În total lățimea rezervei este egală cu de 5 ori lățimea falțului, adică pentru falțuri cu lățimea de 10 mm, rezerva este egală cu $10 \times 5 = 50$ mm.

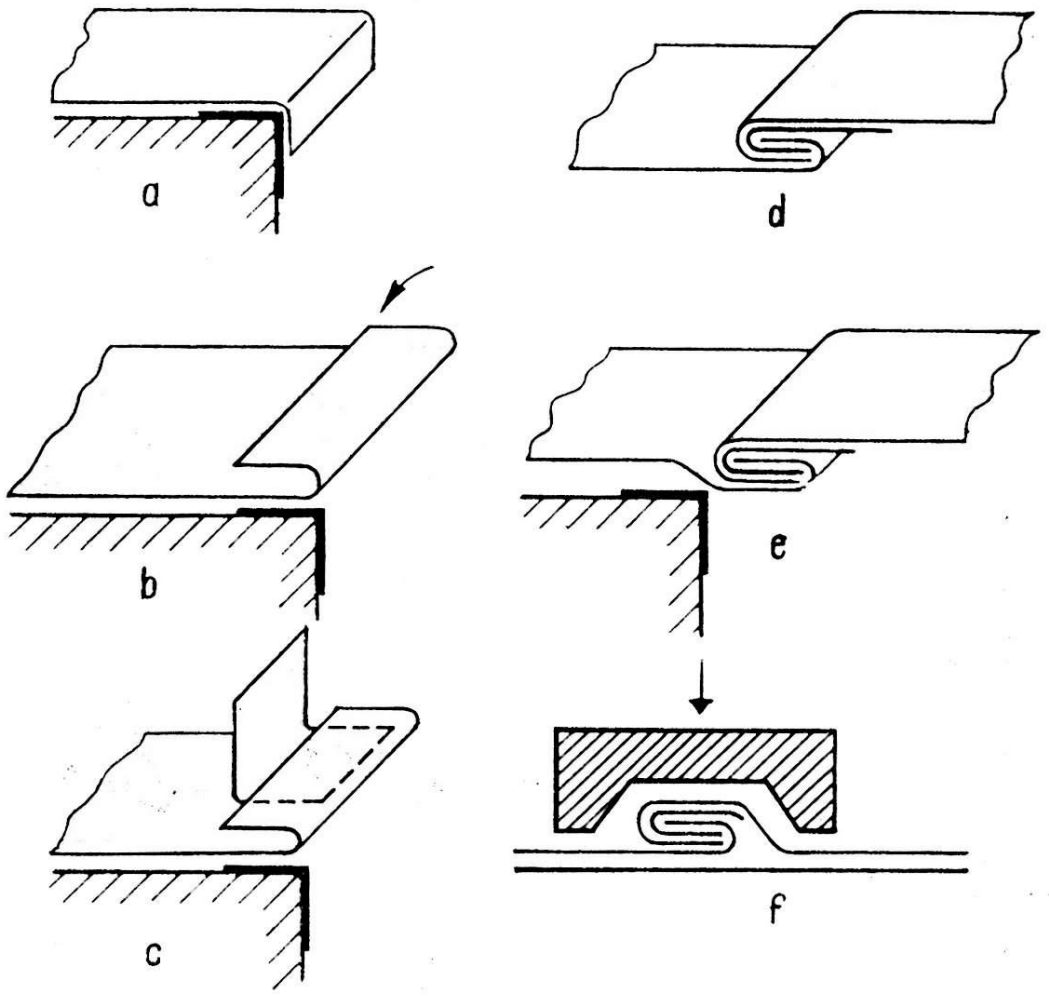



Fig. 107. Executarea falțului simplu cu clemă de rigidizare.

**Falțul simplu în picioare (perpendicular) se execută în felul următor** (fig. 108) : se trasează pe tablă o linie la o distanță de 15 mm de margine, în cazul falțului de 9 mm lățime, la 17 mm în cazul falțului de 11 mm și la 20 mm, în cazul falțului de 13 mm. Se așează apoi tabla pe bancul de lucru astfel ca linia trasată să coincidă cu muchia profilului și se îndoaie marginea cu lovituri ușoare, date cu partea îngustă a ciocanului. Îndoirea se realizează uniform pe toată lungimea falțului, pînă cînd marginea îndoită devine perpendiculară pe suprafața tablei, netezind-o ușor cu partea lată a ciocanului. Apoi se face o bordură de 6, 7 sau 8 mm, corespunzătoare lățimii falțului de 9, 11 sau 13 mm. Celeilalte table i se face o bordură de 7, 8 sau 10 mm corespunzătoare unei lățimi a

falţului de 9, 11 sau 13 mm. Urmează îmbinarea celor două table, cea de a doua în prima, după care se întăreşte încheietura cu ciocanul, pe profil (şină sau bară), formînd un falţ perpendicular pe suprafaţa piesei (fig. 108, *a*, *b*).

**Falţul culcat se obţine îndoind falţul perpendicular pe şină şi strîngîndu-l prin batere cu ciocanul de lemn** (fig. 108, *c*). Falţul trebuie să fie etanş, uniform, fără spaţii şi întreruperi. Suprafaţa interioară a îmbinării trebuie să fie netedă.

**Executarea falţului dublu se realizează în modul următor :** se trasează pe foaia de tablă o linie la o distanţă de 5 mm de margine cînd lăţimea falţului este de 8 mm, de 6 mm cînd lăţimea falţului este de 10 mm sau de 8 mm cînd lăţimea falţului este de 12 mm şi se formează un falţ simplu

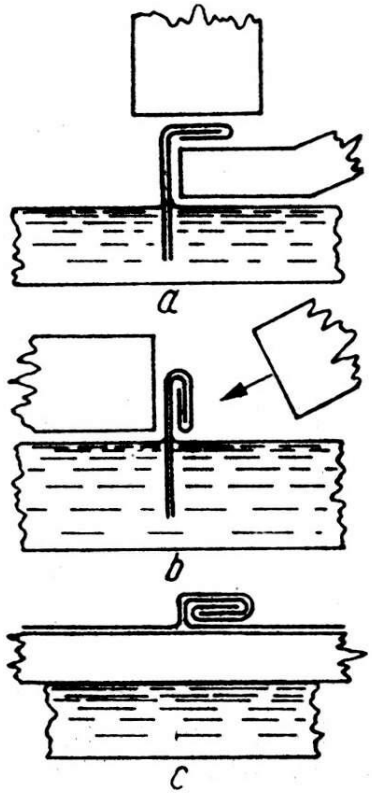



Fig. 108. Executarea falţului simplu în picioare şi culcat.

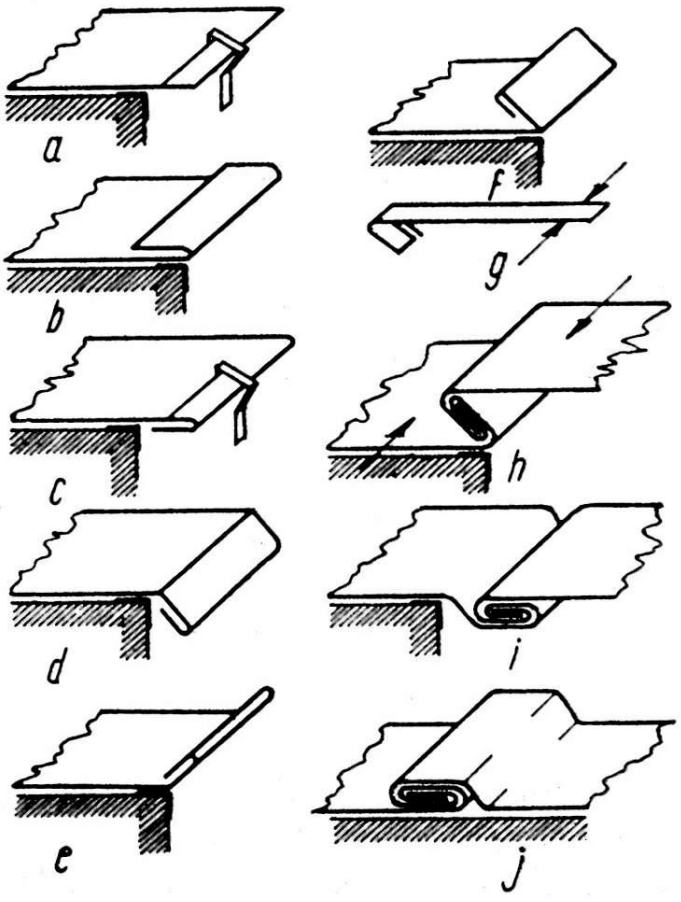



Fig. 109. Executarea falţului dublu.

culcat (fig. 109, *a*, *b*). Apoi tabla se întoarce şi se aşează la marginea bancului de lucru astfel ca să depăşească marginea (fig. 109, *c*) făcîndu-se o a doua îndoitură, cu ajutorul ciocanului de lemn, la următoarele distanţe : 7 mm dacă falţul este lat de 8 mm ; 9 mm dacă falţul este lat de 10 mm

și 11 mm dacă falțul este lat de 12 mm (fig. 109, *d*). Se întoarce tabla și marginea îndoită se apropie de tablă sub un unghi de 45° (fig. 109, *e*, *f*) urmînd cu un nivelator special (fig. 109, *g*) să se verifice dacă marginea nu este ondulată.

Tot astfel se execută și falțul de pe tabla cealaltă, apoi tablele se unesc, introducîndu-se una în cealaltă (fig. 109, *h*). Falțul se întărește cu ajutorul ciocanului de lemn (fig. 109, *i*, *j*) și se strînge.

**Pentru executarea falțului dublu culcat se poate aplica și un alt procedeu,** care simplifică și scurtează timpul de lucru, eliminîndu-se operațiile pentru introducerea marginilor de la o tablă în marginea îndoită a celeilalte table, operația pentru întoarcerea tablei, nefiind necesară nici folosirea nivelatorului. **Îmbinarea se execută în felul următor :** în marginea îndoită a tablei se introduce cealaltă tablă (fig. 110, *a*) ambele fiind așezate pe marginea bancului de lucru pe o lățime din porțiunea îndoită, apoi mișcînd contra de mînă în lungul marginei îndoite, cu lovituri de ciocan se îndoaie marginea tablei în sus pînă ajunge la unghi drept (fig. 110, *b*), după care, continuînd loviturile, această porțiune este adusă în jos, întărind îmbinarea (fig. 110, *c*) și se formează o nouă îndoire la 90° (fig. 110, *d*). După aceea, se dezdoaie marginea dublă (fig. 110, *e*), se îndoaie a doua tablă peste falț, pînă la capăt (fig. 110, *f*) întărind falțul și se potrivește astfel ca ambele table să fie în același plan (fig. 110, *g*). Falțul dublu perpendicular se realizează ca și falțul simplu. Trasarea

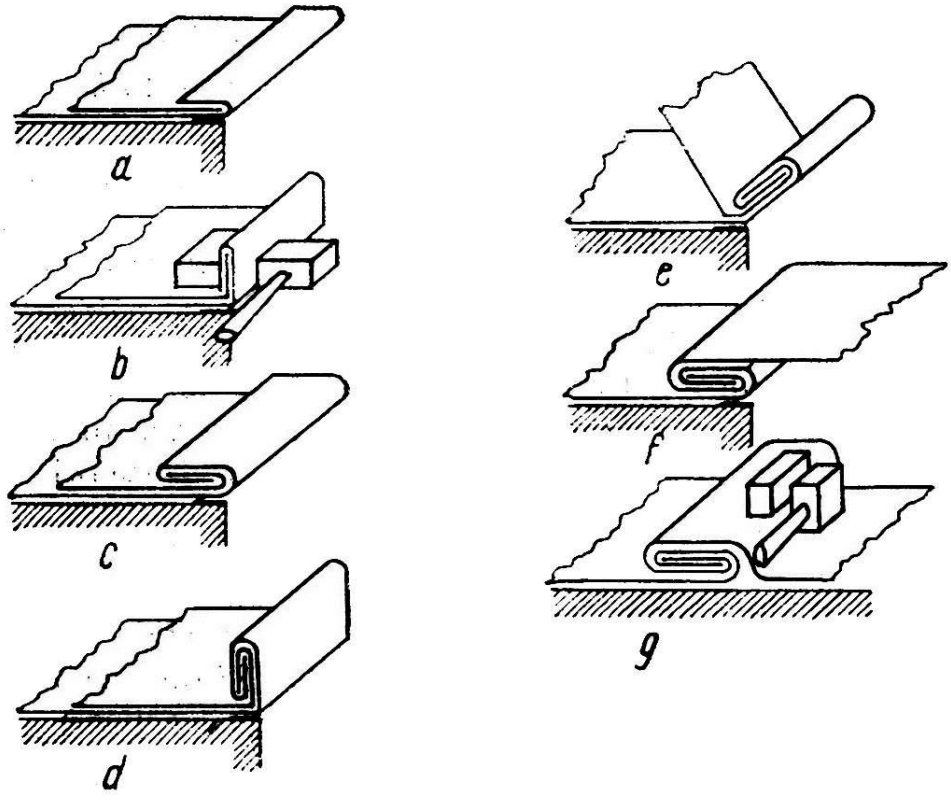



Fig. 110. Executarea falțurilor dublu simplificat.

liniei de îndoire se face după ce se înseamnă rezerva pentru falţ care se află la o distanţă de 22, 26 sau 34 mm de marginea tablei, corespunzător unor falţuri cu lăţimea de 9, 11 respectiv 13 mm. Se îndoaie o margine îngustă pe această bordură de 7, 8 sau 10 mm, în timp ce pe cealaltă foaie de tablă se prevede o lăţime mai mică de 14, 17 sau 22 mm, corespunzătoare unor lăţimi a falţului de 9, 11 sau 13 mm. În continuare, ambele table se încheie în felul arătat la execuţia falţului simplu şi în sfîrşit acest falţ se îndoaie şi se culcă pe contra cu ciocanul, formînd un falţ dublu perpendicular.

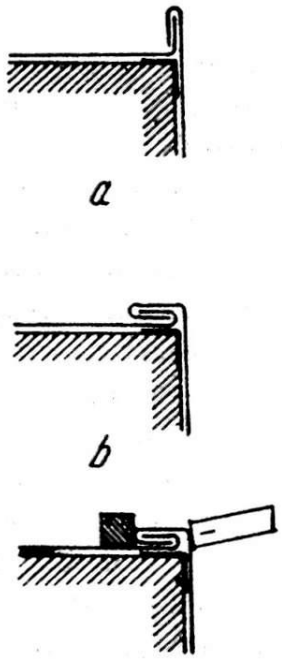


Fig. 111. Executarea falţului simplu de colţ.

**Falţul simplu de colţ** (fig. 111) **se realizează prin acelaşi procedeu ca şi cel simplu.** Tabla cu marginea îndoită perpendicular se aşează pe marginea bancului şi peste ea se prinde a doua tablă, cu marginea îndoită culcat (fig. 111, *a*). Apoi falţul se strînge, se culcă (fig. 111, *b*) şi se netezeşte cu ciocanul de lemn şi cu contra de mînă.

**Falţul combinat de colţ se execută asemănător cu cel simplu de colţ,** cu deosebirea că lăţimea marginei îndoite la prima din cele două table care se unesc se consideră a fi egală cu lăţimea falţului, iar la cea de a doua tablă, egală cu de trei ori lăţimea falţului. În figura 112, *a* ... *g* sînt redate operaţiile succesive de executare a acestui falţ.

Folosit mai rar, de obicei, atunci cînd nu putem utiliza falţul dublu, **falţul combinat propriu-zis se poate executa după metoda următoare :** se prevede iniţial rezerva ce se cere pentru lăţimea falţului, iar pe cealaltă tablă de 3,5 ori lăţimea falţului ; în total rezerva pentru falţul combinat este egală cu lăţimea falţului. Se trasează şi se îndoaie marginea (fig. 113, *a*) tablei pe o lăţime de 22 mm, cînd falţul are o lăţime de 8 mm, de 27 mm cînd falţul are o lăţime de 10 mm şi de 36 mm cînd falţul are o lăţime de 12 mm. După aceea, marginea se bate cu ciocanul (fig. 113, *b*) pentru a se întări. Pe marginea îndoită a tablei se trasează o linie la o distanţă cu 2 mm mai mică decît lăţimea falţului, după care, tabla se îndoaie în sus (fig. 113, *c*), iar partea îndoită se bate, fără a se întări (fig. 113, *d*). Pe cealaltă tablă se îndoaie marginea cu 2 mm mai puţin decît lăţimea falţului (fig. 113, *e*) şi se unesc cele două table cu marginile îndoite (fig. 113, *f*), încheietura fiind întărită cu ciocanul de lemn. În sfîrşit, cu ciocanul şi cu dalta se dezdoaie marginea liberă de la falţul combinat (fig. 113, *g*) şi se întăreşte prin batere cu ciocanul.

În situaţia în care apare necesitatea îmbinării a două tronsoane sau piese de tablă, fără a se folosi flanşele, se procedează la executarea falţurilor direct pe piesa fasonată şi implicit a încheieturii transversale a canalului. Aceste falţuri se pot executa simple, duble, în picioare sau culcate ; un exemplu de îmbinare a două piese fasonate prin falţuri simple este dat în figura 114.

Falţuri transversale pentru piese fasonate, precum şi alte tipuri de falţuri, în condiţiile de atelier, se execută cu ajutorul mecanismelor speciale, care pe şantier, la locul de montaj nu se pot folosi decît rareori. Totuşi, în şantier se poate folosi un mecanism simplu, şi anume maşina de fălţuit (zigmaşina de mînă), cu ajutorul căreia se pot prelucra marginile foilor de tablă la executarea falţurilor fasonate, se pot prelucra marginile pe piese de formă rotundă,

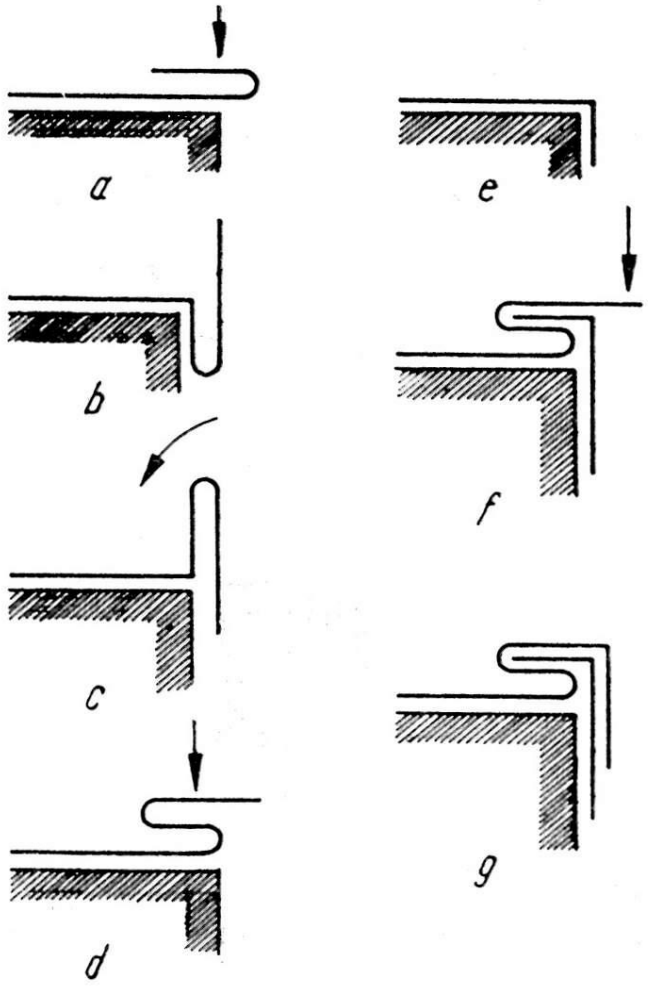



Fig. 112. Executarea falţului combinat de colţ :
*a . . . g* — succesiunea operaţiilor.

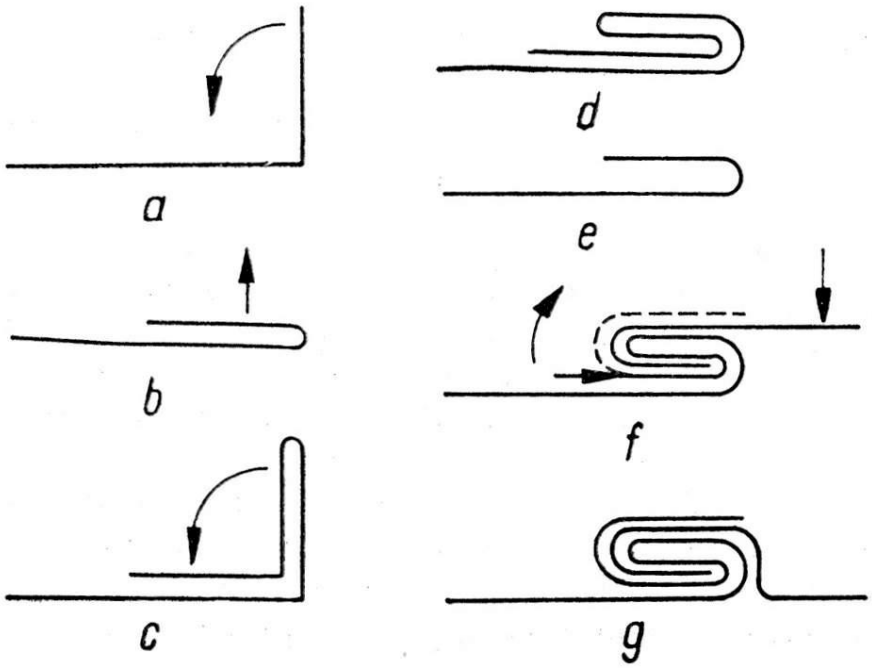



Fig. 113. Executarea falţului combinat.

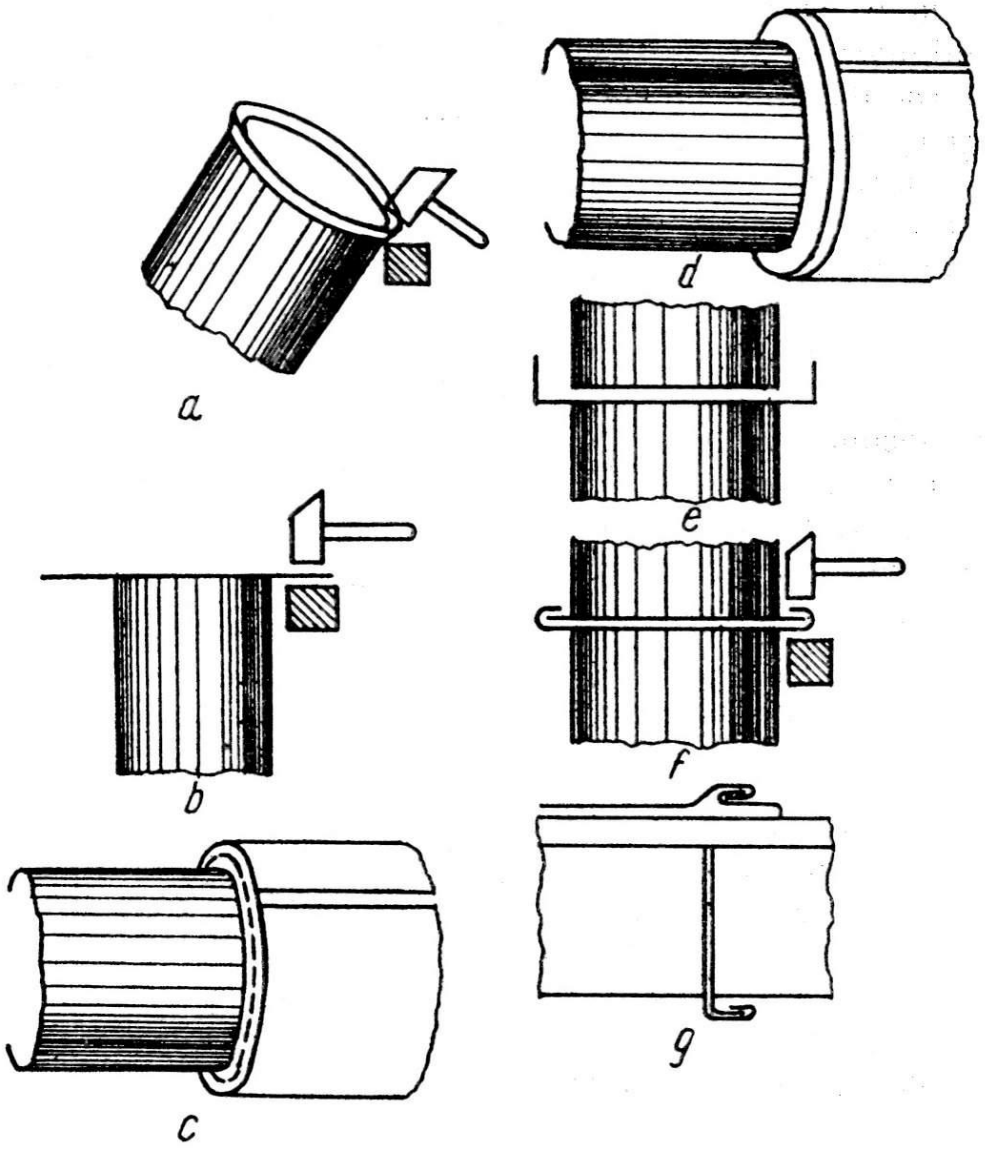



Fig. 114. Executarea falţurilor simple la piesele fasonate :
*a* — îndreptarea marginei late; *b* — îndreptarea pe bară a marginei late; *c* — îndoirea marginei înguste pe marginea lată; *d* — îndreptarea marginei înguste; *e* — introducerea unei piese în alta; *f* — îmbinarea pieselor cu ajutorul falţului perpendicular; *g* — culcarea falţului cu ajutorul contrei de mînă şi a ciocanului.

de asemenea se pot executa şi alte operaţii necesare unor detalii ale sistemelor de ventilare din tablă cu o grosime pînă la 0,75 mm.

Maşina de fălţuit (fig. 115) este formată dintr-un corp de fontă, cu picior de susţinere, prevăzut în partea cilindrică superioară cu un şurub de stopare, cu ajutorul căruia se poate fixa în orice poziţie. Funcţionalitatea se realizează prin două valţuri paralele a căror capete sînt prevăzute cu role. Valţul superior se poate lăsa în jos cu ajutorul manivelei de la dispozitivul de strîngere şi se poate ridica cu ajutorul unui resort. Rotirea valţului se transmite la o manivelă printr-un angrenaj de roţi dinţate, iar distanţa valţului la marginea piesei se reglează printr-un limitator.

Atelierele specializate pentru prefabricarea tubulaturii de ventilare și confecționarea centralizată a pieselor speciale sînt dotate cu diverse utilaje de ridicată productivitate, ce execută operații separate sau complexe.

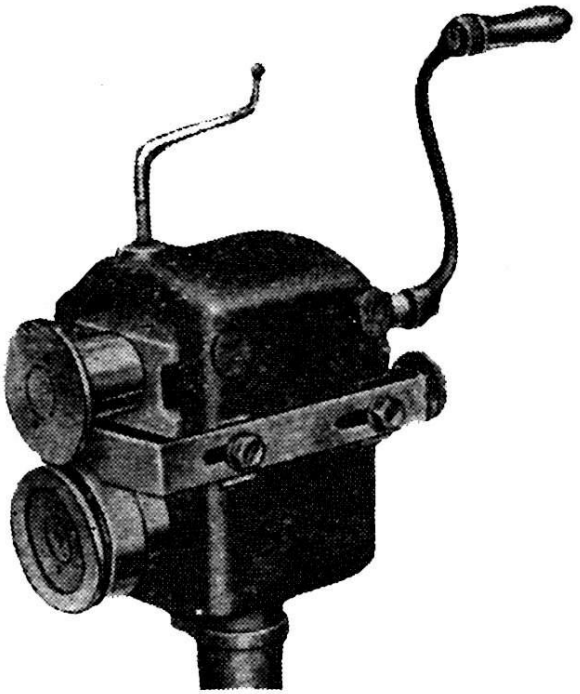


Fig. 115. Mașină de fălțuit.

Astfel, alături de mașinile de planat tablă și cele de îndoit, se găsesc mașini de roluit tabla la lățimi de 1,00 și 2,00 m, mașini de ridicat falțul și de încheiat falțul, bormașini de diferite mărimi, prese de diverse tonaje, etc. De asemenea, pentru executarea unor operații simple cum ar fi găurirea tablei, se folosesc diferite poansoane (fig. 116) cu care se perforează tablele subțiri, obținînd la nevoie, atunci cînd lipsesc unele tipuri de grile la gurile de aspirație sau refulare, orificii cu forme variate (rotunde, pătrate, dreptunghiulare, romboidale, triunghiulare etc.).

La îndoirea unor accesorii de sîrmă se pot folosi prese de mînă, ușoare, care se pot așeza pe bancul de lucru, sau se pot prinde de acesta (fig. 117).

b. **Sudarea.** Prin sudură se înțelege îmbinarea a două sau mai multe părți din același material sau de compoziție asemănătoare, prin aducerea lui la temperatura de sudare, adică pînă la o temperatură la care materialul începe să se topească și să realizeze îmbinarea fie prin presiune, fără

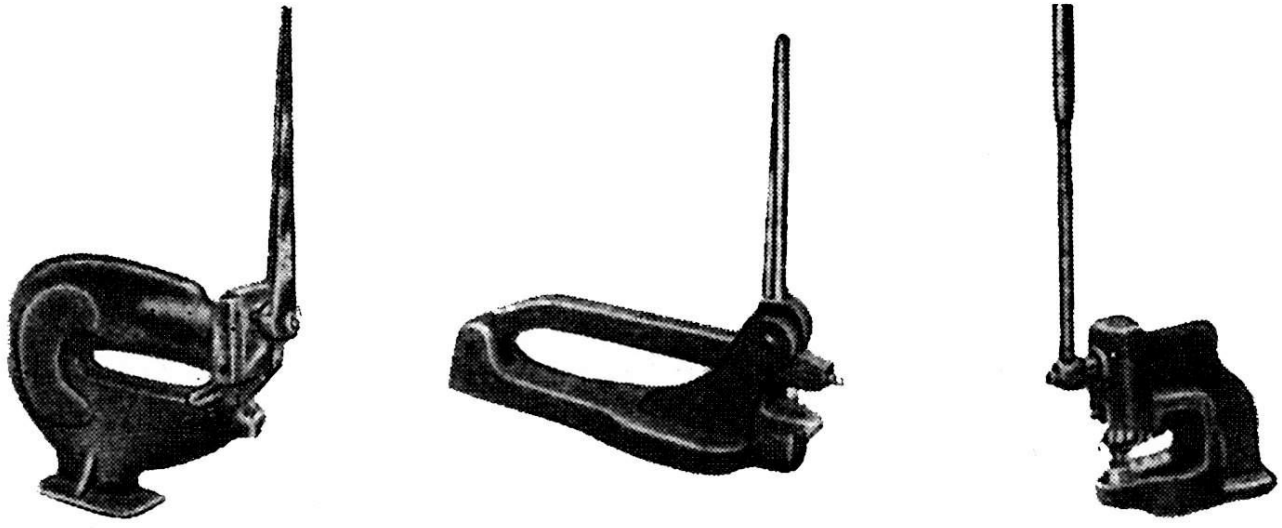


Fig. 116. Poansoane pentru găurit.

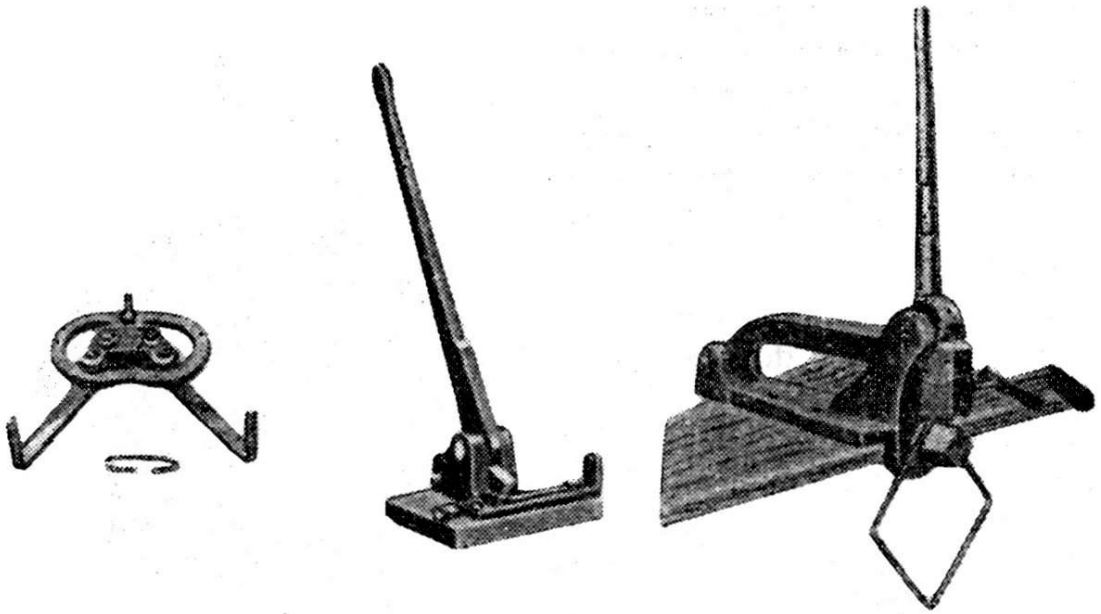


Fig. 117. Prese pentru îndoit accesorii din sîrmă.

întrebuințarea altui material de legătură, fie prin adăugirea unui material auxiliar (sîrma de sudură).

Sudarea asigură îmbinări etanșe și rezistente, fiind folosită cu deosebit succes la executarea elementelor instalațiilor de ventilare și condiționare nedemontabile și a profilelor laminate.

**Sudarea prin topire se realizează cu ajutorul flăcării oxiacetilenice sau a arcului electric.**

1) *Sudarea cu gaze* se realizează cu ajutorul oxigenului și acetilenei, fapt pentru care flacăra obținută se numește oxiacetilenică. Oxigenul, produs pe cale industrială este îmbuteliat sub presiunea la 150 kgf/cm², fiind livrat în tuburi de oțel. Acetilena poate fi obținută pe două căi: cea industrială, fiind îmbuteliată asemănător oxigenului, dar la o presiune de numai 16 kgf/cm², și cea la locul de sudare, prin generatoarele de acetilenă. Acest al doilea mod de fabricare, foarte des întîlnit pe șantiere, constă în amestecul apei cu carbidul, amestec care se poate produce în mai multe feluri: carbid în apă, apă peste carbid sau intermitent.

Pentru realizarea sudurii este necesară o *trusă de sudură* (fig. 118) care conține următoarele scule: mîner de racordare *1*, tije *2*, becuri de sudare *3* și *4*, dispozitivele pentru tăiere *5* și *6*, cheie pentru montare *7*.

*Suflaiul pentru sudat* (fig. 119) este alcătuit din corpul cu mîner *1* și tija de prelungire *2* în vîrful căreia se găsește becul de sudură *7*. Tuburile de oxigen și acetilenă se racordează la ștuțurile *3* și *4*, iar ventilele *5* și *6* reglează debitele celor două gaze.

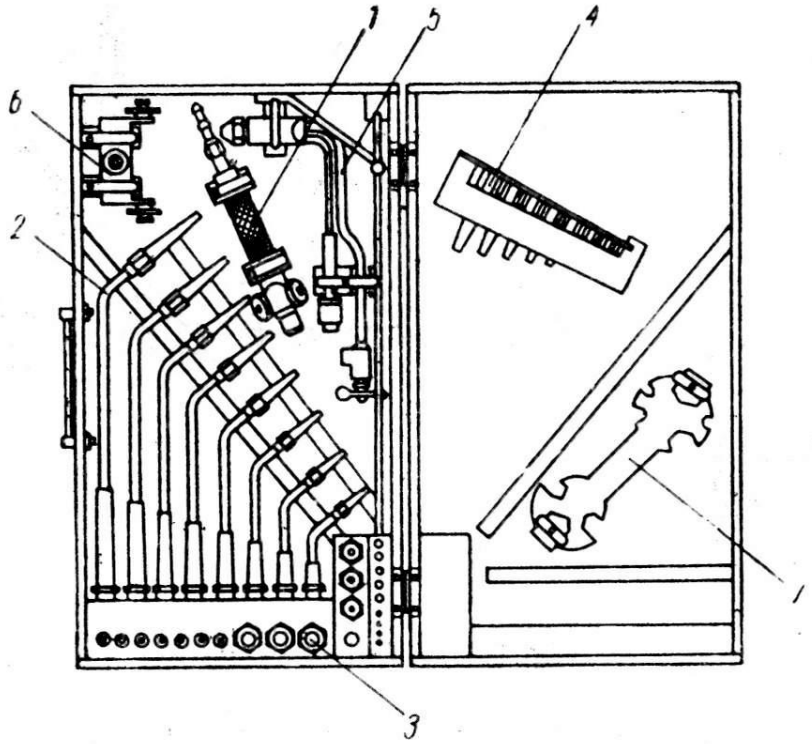



Fig. 118. Trusă de sudură oxiacetilenică.

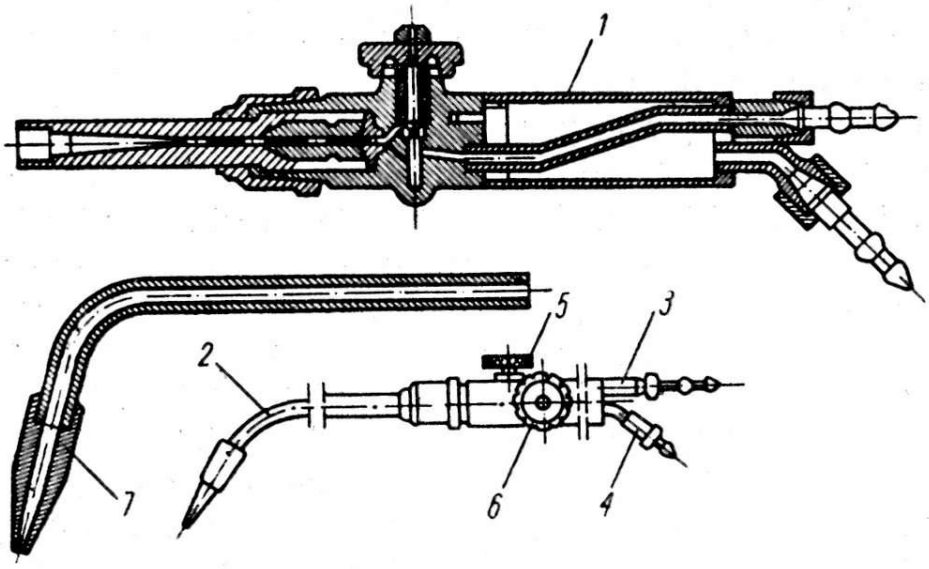



Fig. 119. Suflai pentru sudat.

*Suflaiul de tăiat* (fig. 120) este prevăzut suplimentar cu o țeavă *1* pentru oxigenul de tăiere, care iese prin duza *2* a becului de tăiere *3*. Printr-o țeavă *4* este alimentat amestecul de oxigen și acetilenă necesar încălzirii metalului, iar prin cele două ventile *5* și *6* se reglează oxigenul și acetilena. Racordarea suflaielor la tubul de oxigen și acetilenă (sau generator) se face prin intermediul furtunurilor de cauciuc, care pentru a se putea deosebi au, cel pentru oxigen culoare albastră-cenușie și

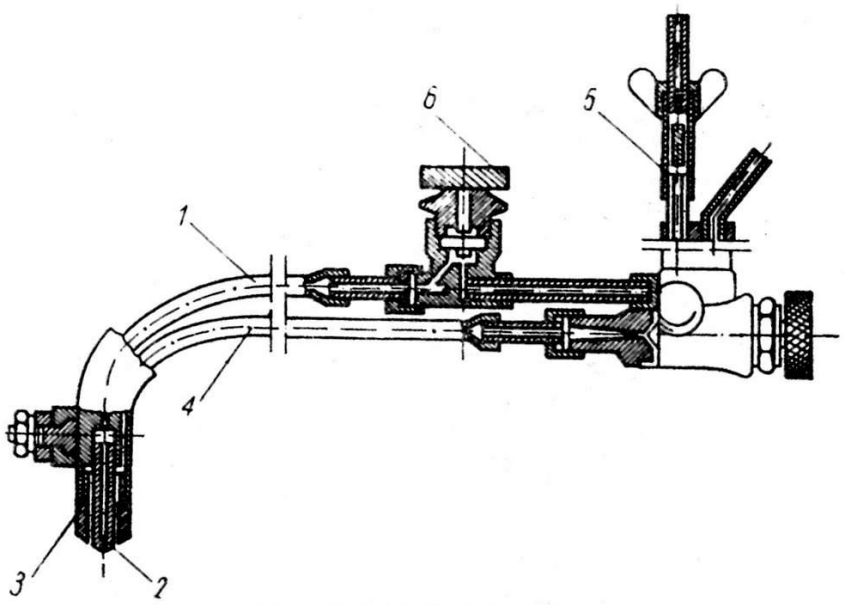



Fig. 120. Suflai de tăiat.

diametrul de 6 mm, iar cel pentru acetilenă culoare roşie şi diametru de 9 mm.

Pentru a utiliza oxigenul şi acetilena în vederea amestecului lor pentru crearea flăcării, se prevăd pe buteliile respective, reductoare de presiune, însoţite de manometre care indică presiunea din butelie şi manometre care indică presiunea de utilizare.

Materialul de adaos, folosit la sudare, este sîrma de sudură, cu o temperatură de topire cel mult egală cu a materialului de sudat, avînd diametrul între 1,2—16 mm, în funcţie de grosimea piesei de sudat.

*Tehnologia sudurii oxiacetilenice.* Pentru efectuarea sudurii oxiacetilenice, care se execută manual, este necesar în prealabil curăţirea pieselor în zona în care se sudează, cu peria de sîrmă. În funcţie de grosimea tablelor care se sudează se alege becul de sudat potrivit, iar sîrma de sudură de aceeaşi compoziţie ca şi metalul de sudat.

**Metodele care se folosesc pentru sudare sînt :** sudare spre stînga sau spre dreapta. Sudarea spre stînga se aplică la îmbinarea tablelor de grosimea pînă la 4—5 mm ; sensul de înaintare a sudurii este de la dreapta spre stînga, sîrma de adaos deplasîndu-se înaintea suflaiului. Cusătura urmează după suflai, flacăra fiind dirijată spre marginile nesudate, în sensul înaintării.

Sudarea spre dreapta se aplică la îmbinările tablelor cu grosime de peste 5 mm, sensul de înaintare al sudurii fiind de la stînga la dreapta. Suflaiul se află înaintea sîrmei de adaos, iar cusătura urmează după sîrmă. În acest caz flacăra este îndreptată înspre cusătura realizată, sulfaiul deplasîndu-se de la stînga la dreapta.

**La executarea sudării tablelor, în funcție de grosimea lor, se va ține seama de următoarele :**

a) *La grosimi pînă la 1,5 mm* deplasarea suflaiului va fi în linie dreaptă sau cu mici oscilații transversale, unghiul de înclinare al lui fiind sub 30°, crescînd cu cît cresc și dimensiunile tablelor.

b) *La grosimi peste 1,5 mm* sudura se face cap la cap, folosind sîrma de adaos. Atît sîrma, cît și suflaiul se deplasează transversal. În acest caz marginile tablelor sînt răsfrînte, nefolosind material de adaos.

Cusăturile unei suduri pot fi într-unul sau mai multe straturi, în funcție de grosimea tablelor care se îmbină. Fiecare strat este format din unul sau mai multe rînduri (fig. 121). Calitatea sudurii trebuie îndeplinită prin : continuitate, lipsa porozităților și oxizilor, înălțimea constantă a stratului etc.

În figura 122 sînt prezentate cîteva tipuri de sudură cu flacără : sudura cap la cap (*a*) ; sudura prin suprapunere (*b*) ; sudura în muchie (*c*) ; sudura în T (*d*) ; sudura în colț (*e*) ; sudura în cruce (*f*).

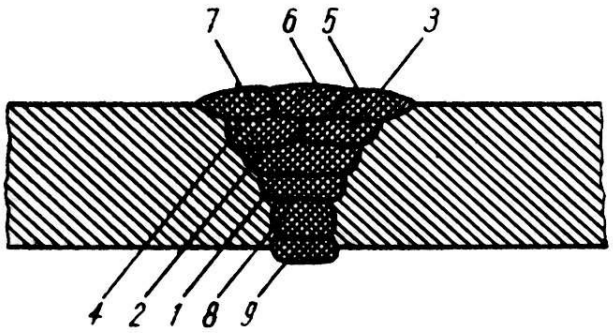



Fig. 121. Cusătură la sudarea oxiacetilenică :
1 . . . 9 — rînduri de sudură dispuse în straturi.

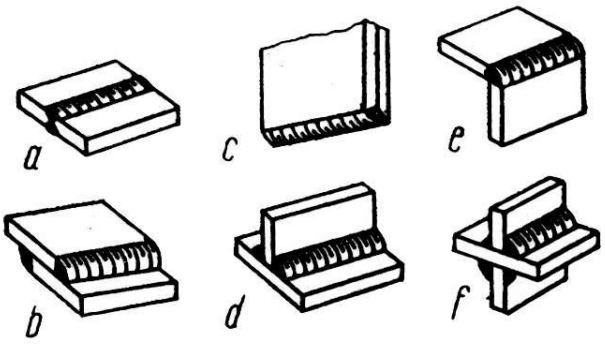



Fig. 122. Tipuri de sudură.

*Tăierea cu flacără oxiacetilenică* se realizează încălzind puternic cu flacăra zona care urmează a fi prelucrată pînă se atinge temperatura de topire a metalului. După aceea se oxidează intens suprafața metalului cu oxigen, repetînd operația succesiv pentru următoarele straturi, îndepărtîndu-se zgura care se formează. În final se curăță locul tăiat, iar dacă este cazul se prelucrează.

2) *Sudura electrică* folosește ca sursă de căldură arcul electric format între piesa de sudat și electrodul de sudură, sub tensiunea electrică dată de un agregat. În ultimul timp, datorită unor multiple avantaje pe care le prezintă față de sudura oxiacetilenică, și în special productivitatea mult mai ridicată obținută, se aplică frecvent în executarea îmbinărilor din instalațiile de ventilare și condiționare ; atît la îmbinarea conductelor, profilelor, a diferitelor sisteme de susținere, cît și la îmbinarea tablelor subțiri, pentru executarea canalelor și pieselor speciale.

Îndeosebi, în atelierele specializate pentru executarea prefabricatelor de ventilare sudarea electrică a luat totalmente locul celei oxiacetilenice.

La obținerea arcului electric se pot folosi atît surse de curent continuu, cît și alternativ : convertizoare, respectiv transformatoare de sudură.

Electrozii metalici folosiți la sudura electrică sînt variați, de grosimi și calități diferite. Un asemenea electrod este format dintr-o vergea de sîrmă acoperită cu un înveliș special, dintr-o compoziție care are scopul de a îmbunătăți calitatea sudurii. Electrodul servește atît la formarea arcului, cît și ca material de adaos.

În cazul deplasării manuale a electrodului, productivitatea este mică, calitatea sudurii depinzînd în cea mai mare măsură de experiența și calificarea sudorilor. Pentru a înlătura aceste deficiente s-au introdus metodele de sudare automatizate.

*Sudarea prin presiune* se realizează folosind sudarea electrică prin rezistență. — Acest procedeu asigură o sudură de calitate datorită timpului foarte scurt de contact al pieselor ce se sudează, cît și prin folosirea integrală a cantității de căldură produse, necesară pentru realizarea sudurii.

**Metodele care se folosesc sînt :**

a) *Sudarea prin puncte* aplicată la sudarea tablelor atît galvanizate și negre, cît și a tablelor de metale neferoase, de grosimi mici petrecute una peste cealaltă, se realizează, prin apăsarea pe acestea, a doi electrozi de cupru aliat legați la un circuit electric.

b) *Sudarea în linie* aplicată cu mult succes la sudarea tablelor din oțel moale și oțel inoxidabil cu grosimea pînă la 3 mm, se bazează pe același principiu numai că electrozii au formă de role, executate din cupru electrolitic, care conduse pe suprafața tablelor de sudat realizează îmbinarea continuă pe traseul ales.

c. **Lipirea.** Lipirea constă în îmbinarea nedemontabilă a două piese metalice cu ajutorul unui metal sau aliaj cu punctul de topire mai coborît decît a metalelor care se lipesc, astfel ca acestea din urmă să rămînă în stare solidă și numai materialul de lipit să se topească.

Acest procedeu se folosește acolo unde nu se poate aplica sudarea, cum ar fi : îmbinarea unor piese din tablă zincată sau cositorită, de grosime mică, în care se întrebuințează ca material de adaos aliajele de cositor-plumb.

În cazul în care materialul folosit pentru lipit se topește la o temperatură mai mică de 400 °C, *lipitura se numește moale*, iar dacă punctul de topire al materialului pentru lipit este peste 400 °C, *lipirea se numește tare*.

*Aliajele de cositor-plumb* folosite cel mai adesea la lipirea moale se topesc începînd de la 180 °C, rezistența lor fiind redusă, de aceea nu se folosesc decît la îmbinări care nu sînt supuse la solicitări mari.

*Aliajul cupru-zinc* (alama) sau aliajele pe bază de argint se folosesc la lipiturile tari, pentru piesele de rezistență mare (pînă la 50 kgf/mm²).

Pentru a se obține o lipire corespunzătoare, astfel ca materialul de lipit în stare lichidă (topită) să pătrundă în porii pieselor care se lipesc, este necesar ca suprafețele respective să fie curățite mecanic și chimic.

Stratul subțire de oxizi care acoperă suprafețele metalice se îndepărtează cu ajutorul unor substanțe numite fluxuri care sînt, după acțiunea lor, dezoxidante și de acoperire. Cele dezoxidante au rolul de a dizolva oxizii de pe suprafețele metalice (acidul clorhidric, clorura de zinc, boraxul, clorura de amoniu etc.).

*Fluxurile de acoperire* sînt folosite pentru protejarea metalului împotriva oxidării, în timpul lipirii (colofoniul, ceara, rășina etc.).

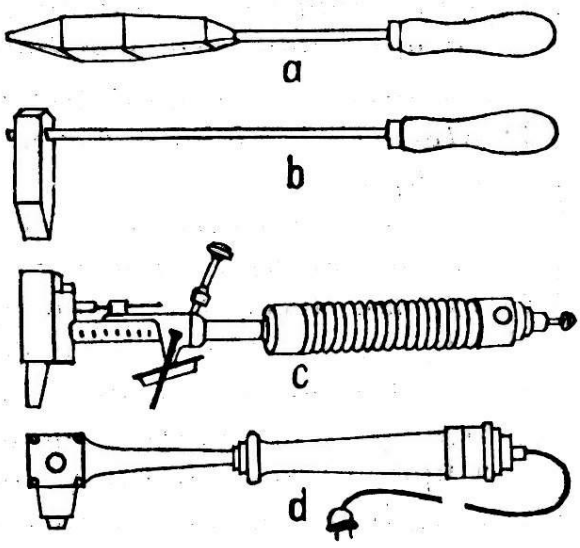
*Clorura de zinc (țipirigul)* este o sare albă, cristalină și se întrebuințează sub formă de praf sau soluție, în proporție de o parte la trei părți apă. Se poate obține ușor dacă nu există sub forma arătată mai înainte prin introducerea unei bucăți de zinc într-o soluție de acid clorhidric; se produce o reacție chimică din care rezultă clorura de zinc. După lipire trebuie avut grijă ca resturile de clorură de zinc să se spele cu apă caldă, altfel ele pot ataca materialele topite, precum și aliajul de lipit.

*Colofoniul (sacîzul)* se obține din rășină de brad și folosește ca protector al suprafețelor de lipit. Se topește ușor și acoperă bine suprafața care trebuie protejată.

*Boraxul* dizolvă bine oxizii metalelor care se produc în timpul lipirii, prin încălzirea pieselor.

**Sculele și dispozitivele întrebuințate pentru lipit sînt :** 1) *ciocanele de lipit ;* 2) *aparatele de încălzit ;* 3) *sculele mărunte.*

*Ciocanele de lipit* (fig. 123) se folosesc la lipirea moale și au rolul de a topi aliajul și a-l întinde pe zonele care urmează a fi lipite. Ele se pot clasifica în : 1) ciocane simple (fig. 123, *a*, *b*) ; 2) ciocane încălzite cu benzină (fig. 123, *c*) ; 3) ciocane electrice (fig. 123, *d* — letcon). Corpul ciocanului simplu este prismatic, terminat în formă de pană sau cu vîrf, este confecționat din cupru și fixat pe o vergea de oțel cu mîner de lemn. Greutatea lor este între 300 și 500 g, în funcție de grosimea materialului



Fi 123. Ciocane de lipit.

de lipit. Ele se încălzesc la forje sau la lampa de benzină, pînă la 300—400 °C. La ciocanul cu flacără de benzină, mînerul este în același timp și rezervor de benzină. Flacăra obținută este îndreptată spre capul ciocanului pe care-l încălzește.

Ciocanele electrice sînt de diferite mărimi, cu puterea între 50 și 300 W, funcționînd la tensiuni de 110 sau 220 V, cît și la tensiuni reduse de 12, 24 și 36 V.

Ca *aparate de încălzit* se folosesc lămpile cu benzină sau arzătoarele cu gaze.

La lipire se mai folosesc și *scule mărunte* ca : perii, răzuitoare, pile etc.

Îmbinarea pieselor care trebuie lipite se poate realiza în mai multe feluri. Pentru obținerea unei bune etanșeități, tablele cu grosimi pînă la 1,5 mm se lipesc cu aliaje moi, prin încheietură.

**Succesiunea operațiilor la o lipire moale trebuie să respecte următoarea ordine :**

1) *Pregătirea și potrivirea marginilor pieselor care trebuie să fie lipite*
2) *Curățirea cu răzuitorul sau pila a marginilor care trebuie să fie lipite*
3) *Încălzirea ciocanului pînă cînd apare o flacără verde, ceea ce corespunde unei temperaturi de 300—600 °C. Încălzirea trebuie să se facă în partea dinapoi a ciocanului și fără supraîncălzirea lui, ceea ce ar putea duce la arderea aliajului de lipit*
4) *Curățirea mecanică a vîrfului ciocanului, prin pilire*
5) *Curățirea chimică a ciocanului, prin frecarea pe o bucată de clorură de zinc*
6) *Cositorirea ciocanului, prin acoperirea cu aliaj de cositor-plumb*
7) *Acoperirea cu un flux dezoxidant a porțiunilor de piesă care se lipesc*
8) *Aplicarea ciocanului lipit, împreună cu o bucată de aliaj, pe locul de lipit și deplasarea lui de-a lungul îmbinării, astfel ca aliajul să umple toată încheietura*
9) *După întărire se lasă aliajul să se răcească încet, iar apoi se spală cu apă caldă, pentru a îndepărta ce a rămas din dezoxidant*

**La lipirea cu ciocanul trebuie respectate următoarele reguli :**

1) *Mărimea ciocanului trebuie să corespundă mărimii și grosimii piesei de lipit*
2) *Să nu se încălzească ciocanul pînă la roșu*
3) *Înainte de lipire, muchia ciocanului trebuie curățită și cositorită bine*
4) *Muchia ciocanului trebuie aplicată cu tărie pe locul de lipit*

La lipirea moale a pieselor de aluminiu se folosește un aliaj de staniu-zinc, cu aluminiu sau cadmiu, iar ca flux un amestec din trei părți de ulei vegetal, două părți colofoniu și o parte clorură de zinc calcinată.

La lipirea tare se folosește un aliaj cu aluminiu, nichel, cupru, argint, staniu, cadmiu, siliciu, iar fluxurile sînt din clorură de litiu sau clorură de zinc.

Îmbinarea pieselor care se lipesc se realizează prin suprapunere, cap la cap sau cu pană.

d. **Nituirea.** Această îmbinare, nedemontabilă, se foloseşte destul de rar, în cazurile în care se execută asamblări de mare rezistenţă şi etanşeitate. În instalaţiile de ventilare şi condiţionare, acolo unde se solicită nituirea, fiind vorba de realizarea unor condiţii de etanşeitate şi nu de rezistenţă, se utilizează nituirea la rece, folosind niturile cu diametrul sub 8 mm, astfel ca prin simpla batere cu ciocanul să poată fi închis capul acestuia.

Nituirea la cald se face prin încălzirea nitului la o anumită temperatură ; la nituirea mixtă se încălzeşte numai partea nitului care urmează a se prelucra.

**Niturile se deosebesc** *după forma capetelor* (fig. 124) şi *după materialul din care sînt făcute* (oţel, duraluminiu, aluminiu, cupru, alamă etc.). Lungimea corpului nitului trebuie să fie astfel încît să depăşească grosimea tablelor care le străpunge cu încă o dată şi jumătate diametrul său. De exemplu : un nit cu diametrul de 6 mm trebuie să iasă în afara materialului cu $1{,}5 \times 6 = 9$ mm.

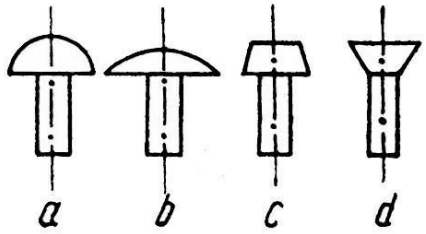


Fig. 124. Tipuri de nituri :
*a* — cu cap rotund; *b* — cu cap semirotund; *c* — cu cap tronconic; *d* — cu cap îngropat.

Pentru a asigura o suprapunere cît mai exactă a axelor găurilor, foile de tablă care urmează a se îmbina se găuresc împreună.

**Sculele folosite la nituire sînt :**

1) *trăgătorul de nituri ;* 2) *buterola;* 3) *contrabuterola* (fig. 125, *a*, *b*, *c*).

*Trăgătorul de nituri*, confecţionat din oţel rotund găurit la un capăt pînă la o adîncime suficientă astfel ca prin presarea tablelor să rămînă în afară capetele niturilor. Diametrul găurii din trăgător este cu 0,3 mm mai mare decît al corpului nitului.

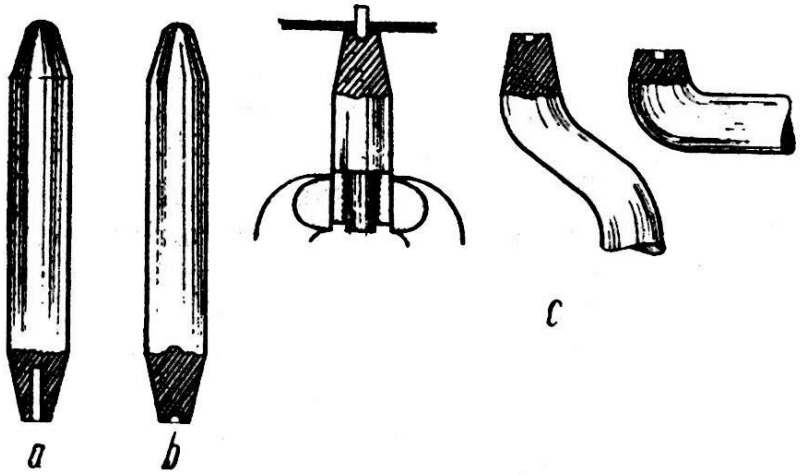


Fig. 125. Scule pentru nituire :
*a* — trăgător de nituri; *b* — buterolă; *c* — contrabuterolă.

*Buterola* serveşte la formarea celui de al doilea cap de nit. Se confecţionează din oţel rotund sau hexagonal, avînd la unul din capete o scobitură în forma capului de nit. Al doilea capăt, în care se loveşte cu ciocanul, are faţa uşor bombată.

*Contrabuterola* are scopul de a fixa celălalt cap de nit, cel fabricat, în timp ce cu ajutorul buterolei se formează capul de închidere.

Executarea găurilor pentru nituri se indică în planurile de execuţie, iar cînd aceste indicaţii lipsesc se pot folosi dimensiunile din tabelul 9.

*Tabelul 9.* **Dimensiunile niturilor, găurilor şi ciocanelor**

| Diametrul nitului, mm | Diametrul găurii, mm | Greutatea ciocanului, kg |
|---|---|---|
| 2 0 | 2,2 | 0,10—0,15 |
| 2,6 | 2,8 | 0,15—0,20 |
| 3,0 | 3,2 | 0,20—0,30 |
| 3,5 | 3,8 | 0,30—0,35 |
| 4,0 | 4,3 | 0,35—0,40 |
| 5,0 | 5,3 | 0,40—0,45 |
| 6,0 | 6,5 | 0,45 |
| 7,0 | 7,5 | 0,45—0,50 |
| 8,0 | 8,6 | 0,50 |

Greutatea ciocanului pentru nituit trebuie aleasă în funcţie de diametrul nitului, astfel ca acesta să nu se deformeze mai mult sau mai puţin. Tot în tabelul 9 se găsesc şi dimensiunile ciocanelor în raport cu diametrul niturilor.

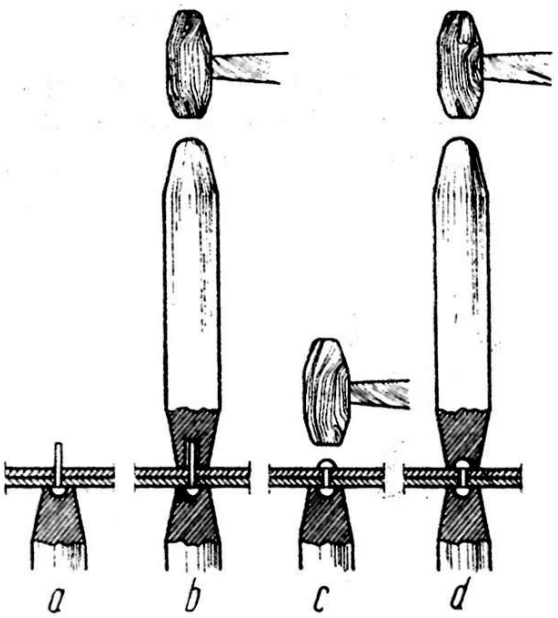



Fig. 126. Evecutarea nituirii manuale :

*a* — aşezarea contrabuterolei; *b* — presarea tablelor în jurul găurii; *c* — lovirea şi turtirea nitului găurii; *d* — formarea capului cu ajutorul buterolei.

**Nituirea manuală se realizează prin următoarele operaţii** (fig. 126) :

1) *Trasarea şi executarea găurilor*
2) *Alegerea nitului şi introducerea lui în gaură*
3) *Alegerea sculelor de nituire*
4) *Aşezarea contrabuterolei sub capul fabricat al nitului*
5) *Aşezarea trăgătorului deasupra nitului, astfel încît corpul nitului să intre înăuntrul lui şi se presează tablele, aplicîndu-se cîteva lovituri uşoare de ciocan*
6) *Retragerea trăgătorului şi turtirea capului nitului, cu lovituri de ciocan*
7) *Realizarea formei definitive a capului de nit prin lovituri de ciocan aplicate pe buterolă*

## B. TEHNOLOGIA EXECUȚIEI TUBULATURII ȘI PIESELOR DIN MATERIAL PLASTIC (PVC)

Tubulatura și piesele din materiale plastice se execută într-un atelier dotat cu dispozitivele și utilajul tehnologic necesar. În atelierul pentru confecționat tubulatură și piese din PVC, dispozitivele și utilajele se amplasează într-un flux tehnologic rațional ținîndu-se seama de succesiunea normală a operațiilor de prelucrare.

**Atelierul se dotează în general cu următoarele :**

1) *Stelaj pentru depozitarea plăcilor din PVC*
2) *Masă pentru trasare*
3) *Ferăstrău circular sau foarfece ghilotină*
4) *Ferăstrău drept sau ferăstrău de traforaj*
5) *Masă pentru scoaterea fețelor la sudarea manuală*
6) *Mecanismul sau masă pentru scoaterea fețelor la sudură*
7) *Cuptor pentru încălzirea și normalizarea plăcilor sau părților pregătite*
8) *Masă pentru sudarea pieselor*
9) *Dispozitiv manual pentru fasonarea pieselor*
10) *Mecanism pentru îndoirea marginilor*
11) *Masă pentru asamblarea și sudarea pieselor*
12) *Masă pentru confecționat și montat flanșe*
13) *Dispozitiv de perforare*

Dat fiind că materialul plastic poate fi tăiat cu ferăstrăul, îndoit, perforat etc., precum și faptul că atunci cînd este încălzit poate fi curbat, presat etc., pentru efectuarea tuturor acestor lucrări sînt bune instrumentele pentru prelucrarea fierului sau pentru prelucrarea lemnului.

La prelucrarea mecanică a PVC-ului pe mese de lucru este necesar să se țină seamă de însușirile sale fizico-mecanice deoarece unele abateri neînsemnate de la tehnologia prelucrării mecanice a PVC-ului duc deseori la rebutarea materialului.

Temperatura de prelucrare a PVC-ului trebuie să se mențină în limitele 5—60 °C. Cel mai bine este să se prelucreze PVC-ul la o temperatură de 15—20 °C, adică într-un atelier încălzit în timpul iernii.

**Confecționarea tubulaturii și a pieselor din PVC este legată de efectuarea următoarelor operații tehnologice :** 1) *tăiere ;* 2) *perforare ;* 3) *fasonare ;* 4) *îndoirea marginilor ;* 5) *și cea mai dificilă operație, sudarea.* Dat fiind că PVC-ul a început să se folosească din ce în ce mai mult la lucrările de ventilare, un mare număr de operații nu sînt încă mecanizate. Sînt mecanizate doar tăierea, perforarea, curbarea, adică operații mai ușoare, iar fasonarea și sudura, operații mai grele, se execută manual.

## 1. Pregătirea materialelor

Procesul tehnologic de confecționare a conductelor de aer din PVC începe cu distribuirea plăcilor la mesele de lucru pentru trasat. Trebuie să se țină seamă de faptul că dimensiunile și construcția pieselor drepte, părților fasonate și a altor piese de la conductele de ventilare trebuie să corespundă normelor, detaliilor desenate și instrucțiunilor tehnice de montaj, fiind necesar ca plăcile să fie corespunzătoare calitativ.

Plăcile din PVC destinate executării pieselor și a conductelor de aer trebuie să fie plane, fără denivelări, fisurări sau crestături și să aibă grosimea uniformă pe întreaga suprafață.

Pentru a se evita rebuturile după executarea confecțiilor trebuie să se acorde o mare atenție în faza de sortare a plăcilor din PVC, la preluarea acestora din depozit, examinîndu-se pe lîngă modul în care au fost depozitate, atît ca aspect, cît și ca dimensiuni.

## 2. Trasarea

Operația de trasare se face după desen, după șablon, după model sau după locul unde se montează piesa.

La plăcile din PVC trasarea se face printr-un semn tras cu acul de trasat sau cu un creion colorat care să lase o urmă vizibilă.

Piesele fasonate ale conductelor de aer cu secțiunea dreptunghiulară se execută de obicei din elemente create separat care se unesc prin sudură cu tiv unghiular, însă tivul unghiular nu prezintă suficientă rezistență mecanică, mai ales la conjugarea liniilor curbe. În afară de acestea nu se asigură o etanșeitate perfectă.

Metoda de execuție a pieselor din PVC impune o anume tehnologie atît la trasat, cît și la asamblat. Pentru executarea unei piese dreptunghiulare cu lățimea $B$ și înălțimea $A$ se pregătește o placă pătrată $OKLG$ cu dimensiunea $2B+50$ mm. În colțul drept al plăcii la o distanță de 50 mm de vîrful $O$ se iau segmentele $OA$ și $OH$ și se duc dreptele $Ag'$ și $Hk'$ paralele cu laturile pătratului. Apoi la o distanță $B/2$ de la aceste drepte, din punctele $a$ și $d$, se duc încă două drepte paralele cu laturile plăcii. Ca urmare se obțin punctele de intersecție $a'$ și $d'$ a acestor drepte $Ag'$ și $Hk'$ (fig. 127).

De la punctul $O$ spre stînga și de la punctul $d$ în sus se iau segmentele $ak$ și $dg$ egale cu lățimea $B$ și se trasează dreptele $gf$ și $Kc$ paralele cu laturile corespunzătoare ale plăcii. Pe dreapta $a'd'$ se ridică perpendiculara $mn$ avînd lungimea $B$. Prin punctul $n$ se trasează o dreaptă paralelă cu dreapta $a'd'$ care va intersecta dreptele $gf$ și $kc$ în punctele $f$ și $c$. Din aceste puncte se ridică perpendicularele $fE$, $fF$ și $cD$, $cC$ avînd lungimea de $B/2$.

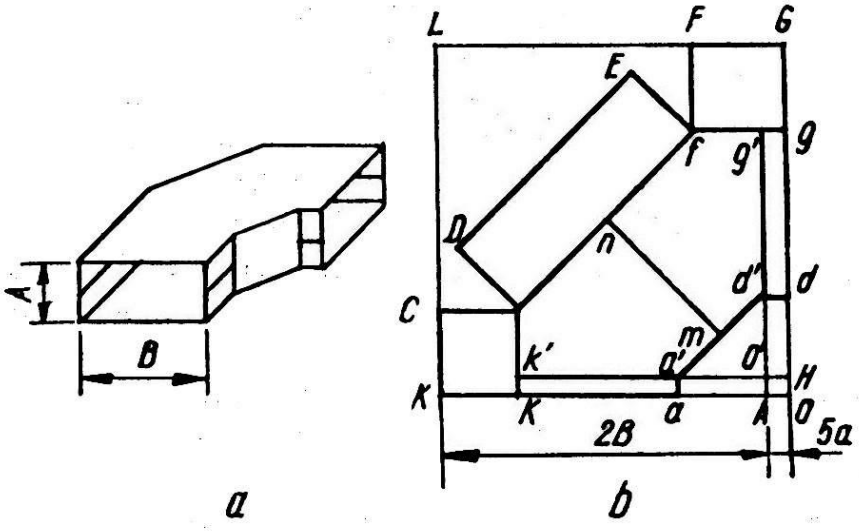



Fig. 127. Trasarea piesei (cotului) cu secţiunea dreptunghiulară :
*a* — piesă executată; *b* — schema croielii.

Unind punctele $D$ şi $E$ printr-o dreaptă vom obţine desenul piesei. Croiala se face după dreptele $cC$, $cD$, $DE$, $Ef$, $fF$, $FG$ şi $Ad'$, $d'a'$, $a'H$ cu ferăstrăul circular. Apoi se îndoaie peretele lateral al piesei după dreptele $kc$, $cf$, $fg$ şi $aa'$, $dd'$. După executarea celeilalte jumătăţi întocmai, numai în imagine oglindită, cu marginile îndoite, se poate trece la încheierea piesei prin sudură.

În figura 127 este prezentată trasarea (croiala) piesei a cărei înălţime este egală cu lăţimea ($B=A$).

Dacă $A$ este mai mare decît $B$, atunci între jumătăţile piesei se introduce o placă egală cu $A+B$. Dacă $A$ este mai mic decît $B$, trasarea se face pe o placă cu dimensiuni mai mici, adică cu latura dreptunghiului egală cu $1{,}5\,B+0{,}5\,A+50$ mm.

*Ramificaţiile din PVC* sînt indicate să se facă cu secţiunea constantă a tulpinei (conducta principală) aceasta uşurînd atît trasarea (croiala), cît şi execuţia. Pentru executarea derivaţiilor (teurilor) cu înălţimea $A$, lăţimea tulpinei $B$, lăţimea ramificaţiei $B_1$, iar $A$ fiind egal sau mai mic decît $B$, este necesar să se pregătească o foaie (placă) dreptunghiulară avînd dimensiunile $(2\ B+50\text{ mm}) \times \left(\frac{B}{2}+B_1+100\text{ mm}\right)$, (fig. 128).

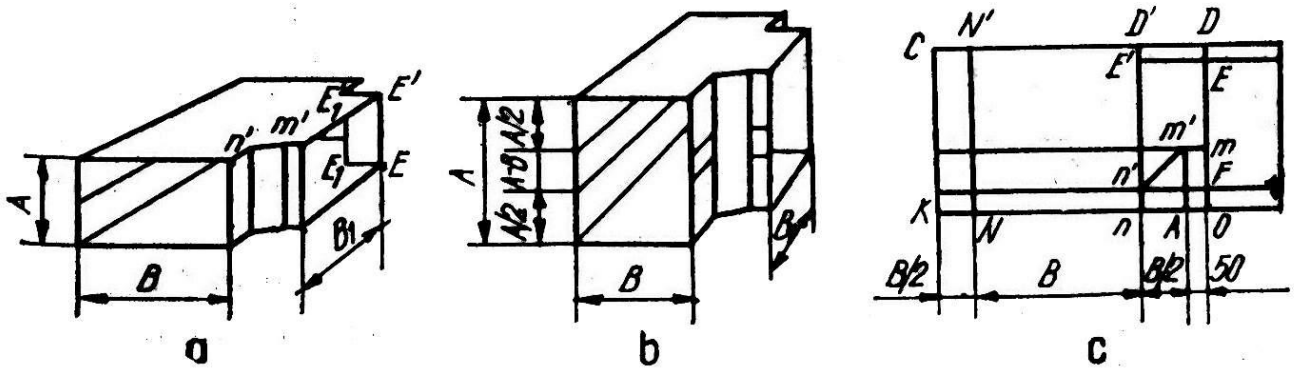



Fig. 128. Trasarea pieselor în teu cu secţiunea dreptunghiulară :
*a* — piesă cu trei ştuţuri executată cu dimensiuni $A< B$; *b* — piesă cu trei ştuţuri cu dimensiuni $A=B$; *c* — schema croielii piesei cu trei ştuţuri cu dimensiuni $A< B$.

Din punctul $O$ în sus se iau în mod succesiv segmentele $OF=50$ mm, $Fm=B/2$, $mE=B_1$ şi la stînga $OA=50$ mm, $An=B/2$, $nN=B$. Prin punctele obţinute $F$, $m$, $E$, şi $A$, $n$, $N$ se trasează dreptele paralele cu laturile corespunzătoare ale piesei. Punctele de intersecţie obţinute $n'$ şi $m'$ se unesc cu o dreaptă, fiind finalizată trasarea unei jumătăţi de teu. Croiala se face după dreptele $Am'$, $Fn'$, $m'n'$, $EE'$, iar părţile laterale se îndoaie după liniile $nn'$, $mm'$, $E'D'$ şi $NN'$. Cea de a doua jumătate se face în mod analog, iar părţile laterale se îndoaie după imaginea în oglindă a primei jumătăţi.

Jumătăţile astfel obţinute se cuplează şi se sudează, iar scobitura $n'm'$—$n'm'$ şi peretele $E_1E$—$E_1E$ se completează cu bucăţi din PVC croite separat după dimensiuni.

În cazul în care $A$ este mai mare decît $B$, la asamblarea jumătăţilor de teuri este necesar, pentru asigurarea înălţimei $A$, să se introducă o fîşie (întăritură) din PVC cu o lăţime egală cu $A$—$B$.

Dacă este necesară o schimbare a secţiunii conductei de aer după ramificaţie, se ataşează o piesă executată după aceleaşi principii.

Trasarea (croiala) pieselor fasonate cu secţiune circulară din PVC este mai dificilă decît în cazul celor cu secţiunea dreptunghiulară.

Dacă pentru confecţionarea tubulaturii de aer cu secţiunea dreptunghiulară se cere numai un dispozitiv pentru curbarea unghiului cu încălzire locală, atunci pentru producţia de conducte de aer cu secţiune circulară este nevoie de un set de tipare pentru fiecare diametru şi un dulap termic pentru încălzirea plăcilor din PVC.

Folosirea conductelor gata făcute pentru executarea unor piese poate să micşoreze mult timpul de execuţie. Trasarea (croiala) pentru un cot dintr-o conductă circulară poate fi făcută cu ajutorul unui şablon circular (fig. 129).

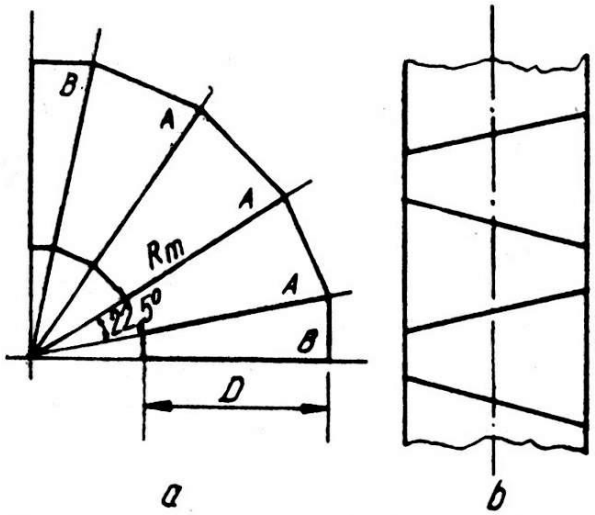



Fig. 129. Trasarea curbei cu secţiune circulară după un şablon inelar :

*a* — piesă de deviere cu diametrul pînă la 320 mm din trei verigi şi două segmente; *b* — trasarea piesei executată după şablon inelar.

Trasarea se face cu ajutorul şablonului, iar segmenţii se taie cu ajutorul unui ferăstrău sau cu ajutorul unui cuţit încălzit. Numărul segmenţilor $A$ trebuie să fie de trei, iar razele medii de curbură ($Rmc$) sînt egale cu 1,5 $D$. Un segment $B$ reprezintă jumătate dintr-un segment $A$.

Dimensiunile capătului *a* şi gîtului *b* ale segmentelor piesei cu un unghi de 15° la diferite raze de curbură sînt arătate în tabelul 10.

*Tabelul 10.* **Dimensiunile segmentelor reducției cu secțiune circulară, în mm**

| D | | $R_{mc}=D$ | | $R_{mc}=1{,}5\ D$ | | $R_{mc}=2\ D$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *a* | *b* | *a* | *b* | *a* | *b* |
| 100 | 314 | 20 | 6,5 | 26 | 13 | 33 | 20 |
| 215 | 680 | 42 | 14 | 56 | 28 | 70 | 42 |
| 285 | 900 | 56 | 19 | 74 | 37 | 93 | 56 |
| 375 | 1 170 | 74 | 24 | 98 | 49 | 123 | 74 |
| 495 | 1 550 | 97 | 32 | 130 | 65 | 162 | 97 |
| 595 | 1 870 | 117 | 39 | 156 | 78 | 194 | 117 |
| 775 | 2 420 | 152 | 51 | 203 | 101,5 | 250 | 152 |

*Observație:* Dimensiunile capătului *a* și a gîtului *b* se pot calcula cu formulele:

$$\begin{cases} a=0{,}131\ (R_{mc}+D) \\ b=0{,}131\ (R_{mc}-D) \end{cases}$$

**Trasarea reducției cu secțiune circulară se face după șabloane în ordinea următoare:**

Pe o dreaptă orizontală *OO* (fig. 130) se trasează jumătate din lungimea desfășurării piesei $\left(\frac{\pi D}{2}\right)$ și din capetele acestei piese se ridică perpendicularele pe care se iau dimensiunile capătului *a* și ale gîtului *b*, egale segmentelor *0—1*. Dreapta $\left(\frac{\pi D}{2}\right)$ este împărțită în 4 părți egale, iar din punctele de împărțire sînt ridicate perpendicularele. Din punctele *1—1* sînt trasate linii paralele cu dreapta *OO* pînă la intersecția cu perpendicularele în punctul *2*. Punctele *2—2* se unesc cu o dreaptă. Segmentele *1—2*, *2—3* și *2—1* sînt împărțite în două, apoi se unesc punctele de împărțire. În linia frîntă obținută se înscrie curba desfășurării, apoi se adaugă un plus pentru contracție și dilatare în raport cu tipul sudurii.

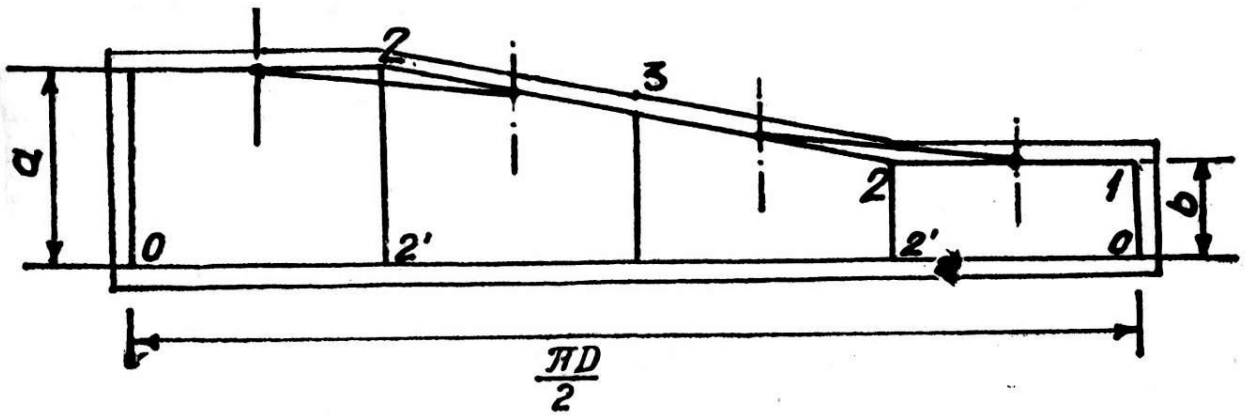



Fig. 130. Trasarea reducției cu secțiune circulară după șablon.

Cea de a doua parte a piesei se croieşte după prima, pentru asta desfăşurarea este rotită în jurul axei *O—1* cu 180°.

**Confecţionarea teurilor (ramificaţiilor) din ţeavă din PVC** este legată de oarecari dificultăţi. Este recomandat ca derivaţiile din ţeavă să se facă cu aceeaşi secţiune şi cu acelaşi diametru atît pentru trunchi cît şi pentru ramificaţie. Croiala teurilor, cel mai simplu este să se execute cu ajutorul şablonului a cărui confecţionare nu prezintă dificultăţi.

Pe proiecţia laterală a ramificaţiilor (teurilor) cu unghiul de ramificaţie $\alpha$ dinainte stabilit, liniile de intersecţie ale ramificaţiei şi ale tulpinei (cu acelaşi diametru) vor fi dreptele *AB* şi *BC* (fig. 131). Pentru confecţionarea şablonului din punctul *O* se trasează cu o rază egală cu $\frac{D}{2}$ un sfert de cerc care este împărţit în părţi egale. Numărul părţilor este la alegere şi depinde de exactitatea dorită a confecţionării. Este suficient dacă pătrimea cercului este divizată în 6 părţi (punctele *1, 2, 3, 4, 5, 6*). Prin punctele obţinute se trasează drepte paralele cu generatoarea tulpinei *OC* pînă la intersecţia cu liniile conjugate ale

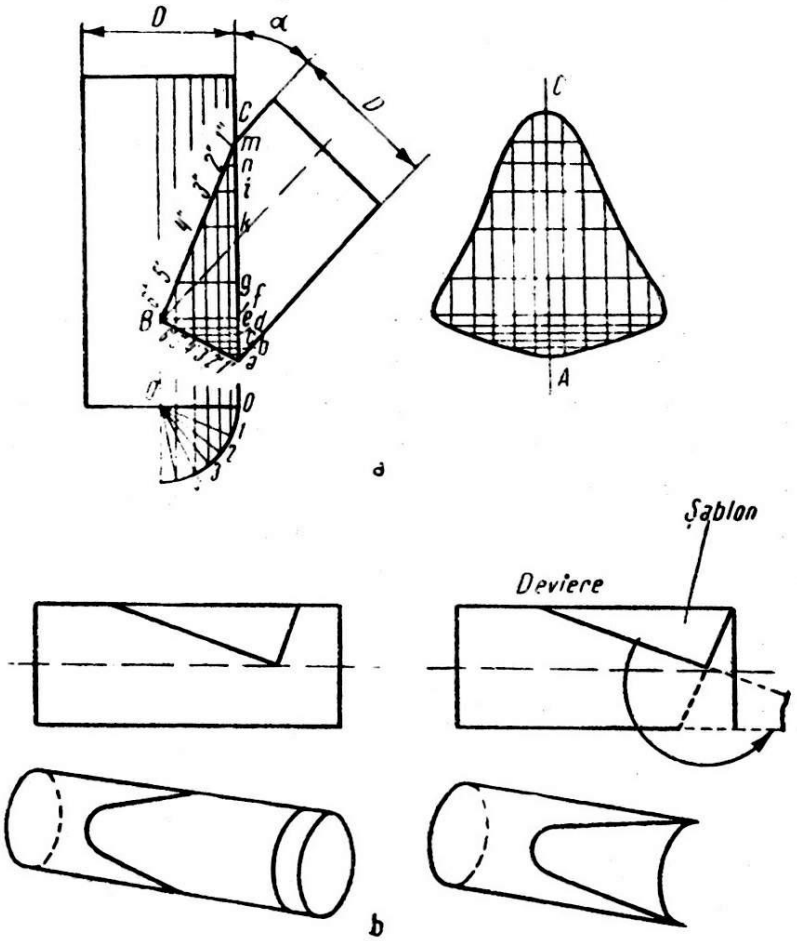



Fig. 131. Trasarea ramificaţiei cu secţiune circulară :

*a* — trasarea şablonului; *b* — trasarea după şablon a elementelor piesei cu ramificaţie.

tulpinei și ramificației $AB$ și $BC$. Apoi din punctele de intersecție obținute: $1'$, $2'$, $3'$, $4'$, $5'$, $6'$ și $1''$, $2''$, $3''$, $4''$, $5''$, $6''$ sînt coborîte perpendicularele pe generatoarea tulpinei care o vor intersecta în punctele $a$, $b$, $c$, $d$ etc.

Pe foaia de tablă destinată pentru șablon se trasează dreapta $AC$ care va forma axa viitorului șablon. Pe axa șablonului sînt însemnate punctele $a$, $b$, $c$, $d$ etc. și prin ele sînt trasate dreptele perpendiculare pe axă.

Pe ambele părți ale axei șablonului din punctele $a$ și $m$ se duc segmentele egale cu lungimea arcului $O'1$, iar din punctele $b$ și $n$ un segment egal cu arcul $O'2$, din punctele $c$ și $1$, un segment egal cu arcul $O'3$ etc., unindu-se punctele obținute $1'$, $2'$ ,$3'$ ... $1''$, $2''$, $3''$ etc. printr-o curbă se obține șablonul pentu confecționarea teurilor.

Șablonul se suprapune pe o țeavă gata făcută și se marchează. Aici trebuie ca axa șablonului să coincidă cu generatoarea țevii (fig. 131, *b*).

La trasarea tulpinei șablonul se marchează în întregime, pentru trasarea ramificației se marchează mai întîi linia de intersecție $BC$ (pe șablon curba $BCB'$) apoi, linia $AB$ (pe șablon curba $BAB'$).

Croiala teului se face după curbele trasate cu ajutorul fierăstrăului drept sau cu ajutorul unui cuțit fierbinte. Se poate croi și cu o pînză de cuțit obișnuită încălzindu-se înprealabil PVC-ul cu un arzător pe linia tăieturii.

După croială, linia de intersecție a tulpinei cu ramificația trebuie să fie prelucrată cu o pilă după care se sudează.

La trecerea de la o secțiune la alta (către bază) pe tulpină sau ramificație, treceri a căror croială nu prezintă dificultăți, metodele de confecționare sînt aceleași ca și la confecționarea conductelor circulare.

Confecționarea teurilor (ramificațiilor) cu diferite diametre ale tulpinei și ale ramificației este mai complicată, însă nu diferă de procedeul descris.

*Croiala și confecționarea ramificațiilor în cruce sînt analoage cu croiala și confecționarea teurilor.*

Pentru trasarea PVC-ului se folosește creionul sau creta în special. Nu se recomandă folosirea trasoarelor de oțel, deoarece sgîrieturile de pe suprafața plăcii pot provoca degradarea acesteia în timpul prelucrării.

Trasarea se face pe o masă cu dimensiunile de 1 000 × 1 800 mm și înaltă de 800 mm; la o distanță de 200 mm de podea se fixează de masă un raft pentru depozitarea materialului. Masa are un dispozitiv de fixare și un instrument de măsurat.

### 3. Tăierea plăcilor din PVC

Tăierea rectilinie a plăcilor din PVC se execută cu fierăstrăul circular instalat pe o masă metalică cu dimensiuni de 1 000 × 1 500 mm și înaltă de 800 mm. Tăierea curbilinie se face cu un fierăstrău drept

avînd pînza cu o lățime de 5—6 mm. Suprafața mesei de lucru trebue să fie netedă și acoperită cu plăci din PVC.

La tăiere, foaia din PVC trebuie apăsată pe suprafața mesei de lucru și mișcată uniform fără sforțări și opriri pe linia de tăiere. La folosirea fierăstrăului circular este obligatoriu ca discul să fie îmbrăcat cu un dispozitiv de protecție.

După terminarea lucrului este necesar să se curețe fierăstrăul de talaj, deoarece din cauza frecării talajului de discul în mișcare, granulele din PVC rezultate din tăiere se încălzesc emanînd gaze nocive.

La o temperatură de peste 15 °C plăcile din PVC se pot tăia cu ajutorul dispozitivelor folosite la tăierea foilor de tablă ; foarfece cu role, foarfece ghilotină, vibrofoarfece etc.

După ce croiala ultimelor elemente este gata ele trebuie pregătite pentru sudură, adică suprafețele materialului ce urmează a fi sudate trebuie să fie curate, netede și degresate.

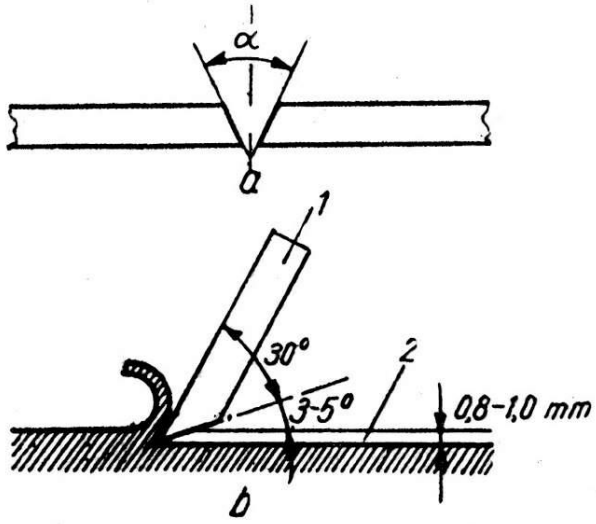



Fig. 132. Prelucrarea marginei pentru executarea sudurii :

*a* — unghiul de desfacere a tivului; *b* — poziția sculei de tăiat la prelucrarea marginii; *1* — cuțit; 2 — fațetă.

De regulă, la plăcile (foile) mai subțiri de 5 mm se execută un tiv (șanfren) cu deschidere de 50—60°, iar la o grosime de peste 5 mm de 70—90° (pe fiecare foaie trebuie executat un șanfren de 30—35°; fig. 132, *a*). Pentru a se executa un șanfren corect și pentru a nu se degrada materialul trebuie ca marginea instrumentului de tăiat să iasă deasupraplanului de tangență cu 0,8—1 mm (fig. 132, *b*). Plăcile care se prelucrează trebuie fixate bine pe masa de lucru cu cleme speciale, presă de mînă sau menghină.

### 4. Îndoirea plăcilor din PVC

Operația de îndoire la cald a plăcilor de PVC trebuie făcută după o trasare corectă deoarece placa de PVC după îndoire nu mai poate fi modificată. Orice eroare la îndoire înseamnă o piesă rebutată.

După trasare placa se fixează în dispozitiv (fig. 133) astfel încît țeava prevăzută cu duze de la instalația de gaze să fie amplasată în dreptul liniei. Instalația de gaze fiind în funcțiune, placa trebuie să se încălzească circa 4—10 s în funcție de grosimea plăcii (3—10 mm), iar în acest interval de timp muncitorul care lucrează la această operație controlează gradul de înmuiere cu mîna.

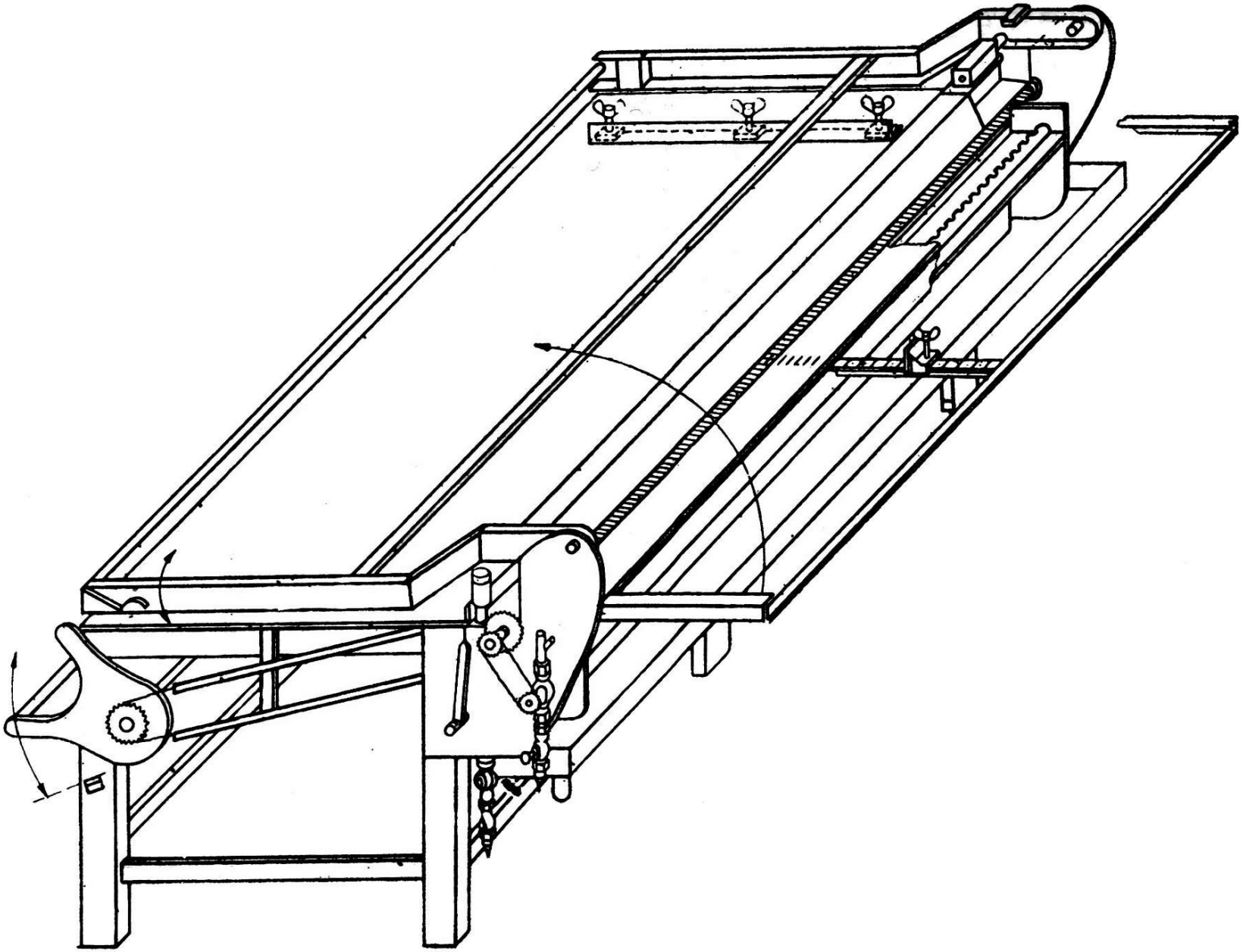


Fig. 133. Dispozitiv pentru îndoit plăci din PVC tip T.I.M.B.

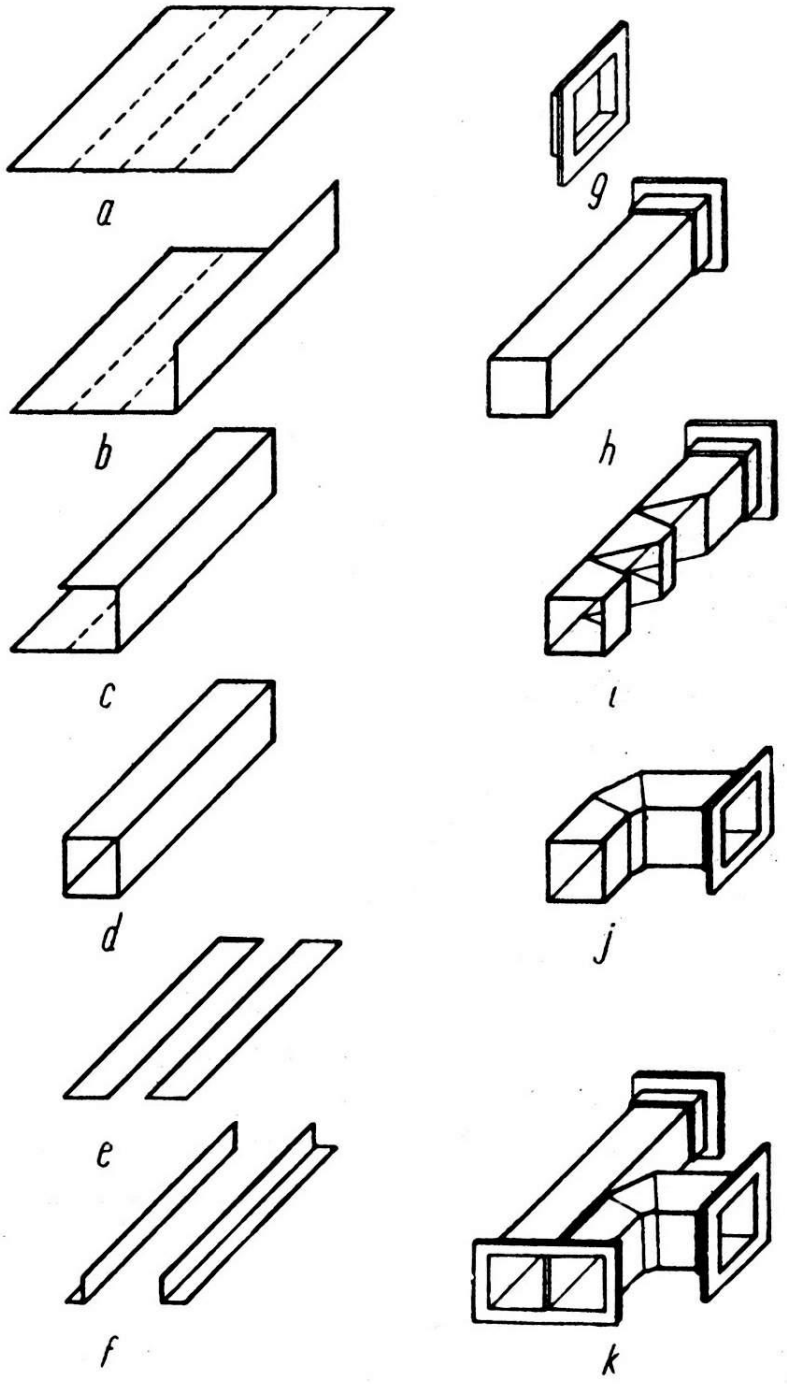



Fig. 134. Diferite faze (*a* . . . *k*) de prelucrare şi prefabricare a tubulaturii şi pieselor din PVC.

La atingerea unui grad de înmuiere (plasticitate) convenabil se manevrează prin basculare partea de dispozitiv care realizează operaţia de îndoire. În momentul rabaterii (basculării) o paletă fixată rigid la partea care se basculează împiedică (obturează) acţiunea flăcărilor asupra plăcii din material plastic. Totuşi, în acest timp gazele continuă să ardă dar flacăra bate în paleta de metal şi nu în placa de PVC.

După îndoire, imediat după realizarea poziţiei dorite (de regulă un unghi de 90°) se manevrează robinetul instalaţiei de apă, care printr-un jet concentrat produce răcirea plăcii încălzită anterior (operaţia de răcire durează circa 3—4 min.). Urmează închiderea robinetului de alimentare cu apă a dispozitivului după care se aduce partea de dispozitiv (braţul basculant) care a realizat acţiunea de îndoire în poziţia iniţială.

După scoaterea plăcii îndoite din dispozitiv se trece la o altă îndoire executînd aceleaşi operaţii descrise mai înainte, iar după ce au fost executate toate piesele necesare se închid robinetele de gaze şi apá ale dispozitivului.

În figura 134 se prezintă diferite faze de prelucrare şi prefabricare a tubulaturii pieselor din P ʳC.

## 5. Sudarea pieselor din PVC

Sudarea PVC-ului se bazează pe însuşirile sale termoplastice; însuşirea de a trece între-o stare vîscoasă la o temperatură de 130—150 °C. Procesul sudurii constă în rapida încălzire a PVC-ului, trecerii sale într-o stare vîscoasă şi umplerea succesivă a tivului cu materialul de sudat care este de aceeaşi compoziţie.

Operaţia de sudură trebuie să se facă repede fiindcă la o încălzire mai prelungită a materialului, la peste 150 °C poate să înceapă procesul de descompunere apărînd băşici, striuri şi se carbonizează.

Înainte de sudare, capătul vergelei folosită ca material de adaos, este încălzit şi tăiat sub un unghi de 45°.

Pentru a se obţine o lipire de calitate este necesar ca vergeaua să fie încălzită uniform pe toată secţiunea şi destul de repede. Pentru aceasta diametrul vergelei nu trebuie să fie mare.

Experimental s-a stabilit că la o sudură manuală o cusătură de calitate se poate obţine dacă diametrul vergelei nu depăşeşte 4 mm. Vergelele de sudat se fabrică cu diametru de 2, 3, şi 4 mm. Diametrul vergelei de sudat este ales ţinîndu-se seamă de grosimea plăcilor de sudat, de forma tivului şi rezistenţa cerută.

**Se folosesc următoarele procedee de sudură a pieselor din PVC:** 1) *cu aer încălzit;* 2) *cu ajutorul elementelor de încălzire prin metoda contactelor;* 3) *prin curenţi de înaltă frecvenţă;* 4) *prin căldura ce se obţine la frecare;* 5) *sudura fracţionată;* 6) *cu ajutorul ultrasunetelor.*

În unităţile de execuţie, la confecţionarea şi montajul canalelor şi pieselor din PVC, procedeul cel mai răspîndit este sudura cu aer încălzit, aceasta datorită simplităţii dispozitivului şi procesului tehnologic de loc complicat, însuşirea cu uşurinţă a personalului din producţie a procedeelor de sudură, precum şi a posibilităţii de a îmbina piese de diferite dimensiuni şi configuraţii.

Se utilizează două feluri de sudură a PVC-ului cu aer încălzit; cu ajutorul vergelelor la care se foloseşte o vergea de sudură care nu este altceva decît PVC plastifiat şi fără vergele, cînd este încălzit stratul superficial al materialului.

PVC-ul nu are un punct de topire bine precizat; la o temperatură de peste 80 °C el se înmoaie, la o temperatură în jur de 130 °C capătă plasticitate, iar la o temperatură de 180 °C începe procesul de curgere.

Vergeaua de sudat folosită la sudarea PVC-ului nu se topeşte (aşa cum se întîmplă la metal) ci numai se înmoaie şi la o apăsare nu prea mare aderă la materialul de bază.

Sudarea cu aer cald se execută cu un arzător electric (suflai) sau cu gaze.

**Calitatea sudurii este condiționată de următorii factori :**

1) *Rapiditatea așezării vergelei de sudat*
2) *Unghiul de înclinare a vergelei de sudat*
3) *Gradul de apăsare a vergelei înmuiate*
4) *Distanța de la capătul suflaiului pînă la suprafața de sudat*
5) *Poziția și direcția vîrfului suflaiului în timpul operației de sudare*

La îmbinarea prin sudură este necesar să se curețe cu smirghel suprafața muchiilor care se sudează pentru realizarea unei mai bune aderențe.

Viteza de execuție a unui cordon de sudură cu o bară de 3 mm este de 12—15 m/h. La viteze mai mici timpul de încălzire crește și din această cauză poate avea loc supraîncălzirea vergelei și a materialului, iar la o viteză mai mare vergeaua și materialul nu se încălzesc pînă la temperatura de sudat și datorită acestor cauze scade mult aderența vergelei de sudat cu materialul de bază.

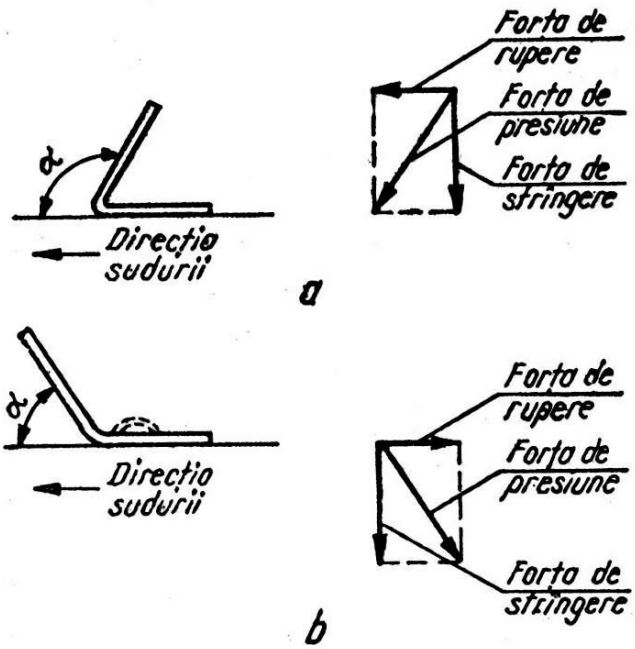



Fig. 135. Schema acțiunii forței la așezarea incorectă a vergelei de sudură :
*a* — la devierea vergelei înapoi ($\alpha > 90°$);
*b* — la devierea vergelei înainte ($\alpha < 90°$).

Bara de sudat trebuie așezată de către muncitorul sudor sub un unghi de 90° față de suprafața tivului de sudat.

La o înclinare a vergelei mai înapoi față de formarea cusăturii (fig. 135, *a*), o parte din efort se pierde pentru scoaterea vergelei (în stare plastică) din care cauză la răcire iau naștere tensiuni de așezare care conduc la ruperea vergelei.

La o înclinare a vergelei sub 90° (fig. 135, *b*) încălzirea vergelei se face mai repede decît materialul de bază și pe secțiuni mai lungi și din această cauză vergeaua nu are timp să se sudeze cu piesa. În afară de aceasta, o parte din efortul depus la apăsarea barei se consumă pentru strîngerea ei în direcție longitudinală inversă mișcării barei. Datorită acestui lucru se produc „*valuri*". În cazul așezării greșite a barei adeziunea la sudat scade și aceasta se dezlipește ușor de suprafața tivului sudat.

La apăsarea vergelei înmuiate efortul trebuie să fie constant, iar mîna sudorului trebuie să se afle la o distanță de 70—80 mm de supra-

fața sudată. După executarea sudurii într-un rînd, vergeaua taie astfel încît capătul ei să iasă cu 3—5 mm.

După ce a fost terminată sudarea piesa se răcește la temperatura obișnuită a camerei. Încălzirea artificială duce la fisuri din cauza așezării neuniforme a materialului și a barei.

Distanța dintre vîrful arzătorului și suprafața tivului trebuie să fie menținută la 5—8 mm. Modificarea acestei distanțe provoacă oscilații de temperatură a barei și a materialului, motiv pentru care sudurile sînt de slabă calitate.

Sudorul trebuie să țină cu mîna dreaptă arzătorul, iar cu mîna stîngă vergeaua ; unghiul de înclinare a vîrfului arzătorului față de suprafața de sudat se alege în funcție de grosimea materialului. La o grosime a foii de 5 mm unghiul de înclinare a vîrfului arzătorului (suflaiului) este de 20—25°, iar la o grosime de 10—20 mm unghiul de înclinare este de 30—45°.

a. **Tipuri de îmbinări sudate.** Rezistența unei suduri depinde de felul și profilul sudurii, de unghiul de deschidere și distanța dintre elementele sudate. De aceea prelucrarea piesei și executarea sudurii este în funcție de locul de montaj a piesei, de particularitățile construcției ei.

**Sudurile aplicate la piesele din PVC se pot împărți în 4 grupe** (fig. 136) :

1) *Suduri cuplate, a, b, c*
2) *Suduri prin scurgere, d*
3) *Suduri în unghi, e, f, g, h*
4) *Suduri în* T, *i, j, k*

Pentru suduri cuplate se aplică prelucrarea muchiilor în formă de V și X (fig. 137) aceasta în raport de grosimea și importanța sudurii. Sudura în formă de X are o mai mare rezistentă. Sudura cu o prelucrare dublă este mai rezistentă decît sudura cu o prelucrare unilaterală. De asemenea, sudura în X consumă aproape de două ori mai puține vergele de sudat decît sudura în V, la același unghi de deschidere.

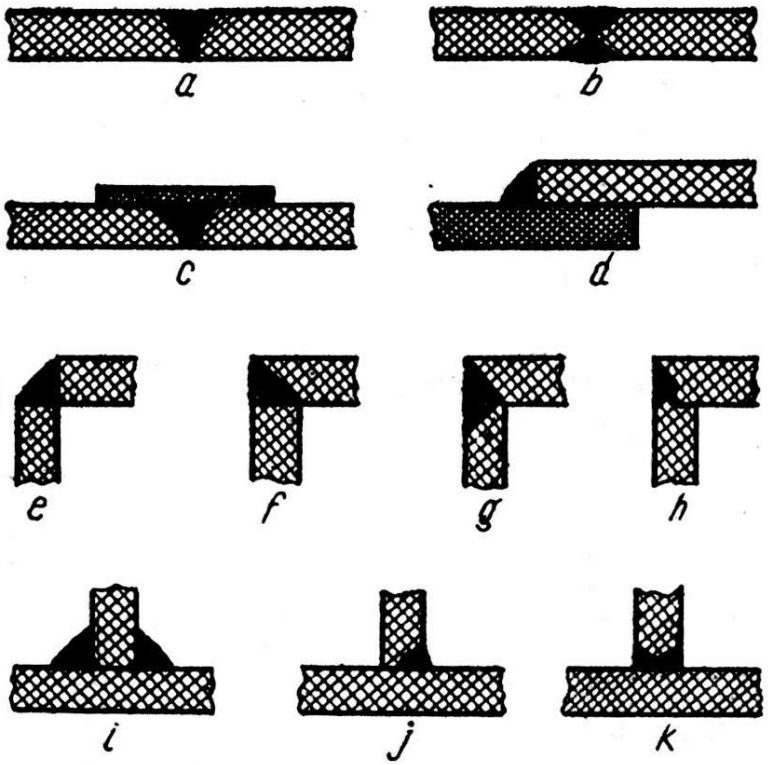



Fig. 136. Tipuri de asamblări prin sudură :

*a* — prin îmbinare în formă de V; *b* — prin îmbinare în *d* — prin adaos; *e* — în unghi; *f* — în unghi cu retezate într-o formă de X; *c* — prin îmbinare în formă de V întărit; parte; *g* — în unghi cu retezare în ambele părți; *h* — în unghi cu unire în închizătură; *i* — în formă de T; *j* — în formă de T cu retezare într-o parte; *k* — în formă de T cu retezare din ambele părți.

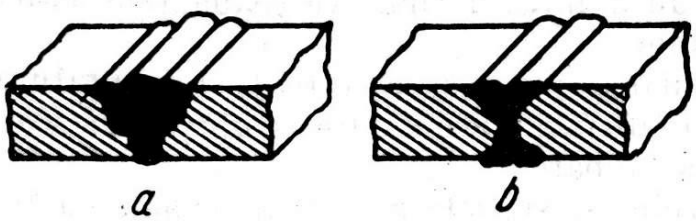



Fig. 137. Aşezarea succesivă a stratului de sudură :
*a* — unire în formă de V prin sudarea rădăcinii tivului; *b* — unire în formă de X.

Sudura prin scurgere în comparaţie cu sudura prin cuplaj are o rezistenţă mai mică. Aceasta se explică prin faptul că sudura (tivul) prin scurgere se încarcă în momentul de curbare datorită faptului că foile sudate nu se umflă în acelaşi plan. Odată cu creşterea grosimii, creşte şi momentul de curbură. În afară de aceasta, la sudura prin scurgere tivul se încarcă cu eforturi suplimentare care iau naştere din cauza dilatării termice. Sudura prin scurgere, datorită rezistenţei mai reduse este mai puţin folosită decît sudura cuplată.

Sudurile în T se execută cu tiv într-un rînd sau tiv în două rînduri. La acest fel de sudură, pentru a mări rezistenţa mecanică a tivului, se execută şanfren pe o parte sau pe amîndouă părţile la una din foi. Sudura în T se aplică la confecţionarea pieselor ca : închizătoare, gratii la jaluzele, precum şi alte piese sau dispozitive de ventilare.

Sudura în unghi asigură legătura prin bara de sudat a tuturor straturilor care formează placa de PVC. Acest fel de sudură se foloseşte la confecţionarea conductelor de aer dreptunghiulare, carcase de protecţie la diferite piese metalice etc. (fig. 138).

Pentru o mai bună sudură a pieselor, foile care urmează să fie sudate trebuie aşezate astfel ca distanţa între margini să fie de 0,5—1 mm. Începînd cu rădăcina tivului, bara de sudat trebuie să fie aşezată astfel ca ea să se sudeze cu marginile ambelor foi şi cu aproximativ o jumătate din secţiunea transversală a barei de sudat să iasă în cealalaltă parte a tivului. Pentru sudarea rădăcinii tivului se recomandă să se folosească o bară de sudură cu un diametru mai mic decît la restul de sudură. Barele trebuie aşezate în stratul de sudură astfel ca între ele să nu rămînă pături de aer, fiindcă ulterior la încălzire ele rup locurile sudate formînd crăpături.

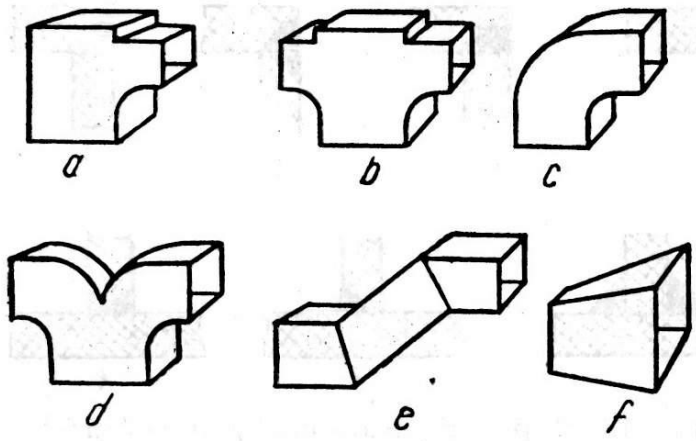



Fig. 138. Piese fasonate la conducte de aer cu secţiunea dreptunghiulară executate din PVC prin procedeul de sudare unghiulară :
*a* — ramificaţie; *b* — ramificaţie în cruce; *c* — curbă; *d* — ramificaţie în formă de pantalon; *e* — etaj; *f* — reducţie.

b. **Controlul calității sudurilor.** Dat fiind că tehnologia sudurii maselor plastice nu este îndeajuns de bine cunoscută, controlul calității pieselor sudate capătă o importanță deosebită. Înainte ca piesele să fie trimise la montaj este necesar ca sudurile să fie controlate la exterior. Cordonul de sudură trebuie să fie plin în continuu, să nu prezinte tăieturi și crăpături, orice defecțiune constatată trebuie remediată prin sudură. La nevoie cordoanele de sudură la conductele de aer se pot proba la etanșeitate cu apă sau aer comprimat la o presiune nu prea mare. În cazul probei cu aer, sudurile se udă cu emulsie de apă cu săpun apărînd în cazul unor neetanșeități bule de săpun. După depistarea defecțiunilor trebuie luate măsuri de remediere și numai după un nou control se pot trimite la montaj.

## 6. Asamblarea în tronsoane a elementelor de canale și a pieselor din PVC

Caracteristicile deosebite ale materialului din PVC și posibilitățile multiple de degradare cauzate de o depozitare, manipulare sau prelucrare necorespunzătoare, impun ca și operațiile de asamblare să se execute pe cît posibil în atelierul deservit de formații de specialitate și dotat cu dispozitive și utilaje corespunzătoare.

Pentru obținerea unor lucrări de calitate este indicat ca în atelier sau chiar pe șantier, la sol, să se realizeze subansambluri cît mai mari ; mărimea acestor subansambluri care cuprind canale și piese dintr-o anume porțiune a traseului instalației de ventilare, conform proiectului, variază în funcție de gabaritul mijloacelor de transport și de condițiile de montaj existente pe amplasamentul unde urmează a se executa montajul.

În general, în atelier se execută subansambluri — o grupare de elemente de canale și piese — care să aibe dimensiuni care se pot încadra în gabaritele autovehiculelor, platformelor, remorcilor sau treilerelor, special amenajate în acest scop pentru o bună conservare în timpul transportului, care le transportă pînă la locul de montaj.

În situația că șantierele sînt amplasate în alte localități, departe de locul unde este situat atelierul, sau cînd pe șantier nu există un atelier specializat, elementele de canal și piesele, prevăzute cu flanșe — în cazul îmbinării prin flanșe — sînt transportate și depozitate chiar la locul de montaj unde se formează subansamblurile de către echipe specializate dotate cu dispozitivele necesare pentru executarea sudurilor.

**Asamblarea elementelor și pieselor din PVC se poate realiza cu legături :** 1) *nedemontabile (fixe) ;* 2) *demontabile.*

**Legăturile nedemontabile se pot executa prin sudarea elementelor separate ale ventilării sau după instalației:** 1) *procedeul sudurii cap la cap (cuplaj) :*

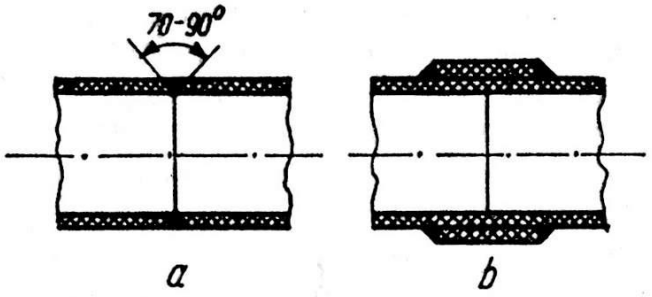



Fig. 139. Tipuri de îmbinări nedemontabile la conducte de aer din PVC :
*a* — prin sudură; *b* — cu mufă sudată.

2) *procedeul mufelor sudate* (fig. 139).

La asamblarea prin sudură, elementele de canal sau piesele sînt aduse la locul de montaj cu marginile pregătite în atelier. La sudura cap la cap (cuplaj) elementele trebuie să aibe marginile şanfrenate, iar pentru procedeul cu mufele sudate, pe una din margini trebuie să fie sudată mufa.

**Legăturile demontabile** (fig. 140) **se pot executa prin următoarele sisteme :**

1) *Flanşe din PVC (cornier) sudate (fig. 140, a)*
2) *Flanşe din cornier de oţel cu un colier din PVC sudat (fig. 140, b)*
3) *Flanşe din plăci de PVC (fig. 140, c)*
4) *Cu mufă de PVC sudată (fig. 140, d)*

Montarea pieselor prin flanşe se realizează cu şuruburi M 6 ×25 sau M 6 ×30 punîndu-se şaibe sub capul şurubului şi a piuliţei.

La montarea conductelor de aer din PVC trebuie să se ţină seama de condiţiile de temperatură, fiindcă piesele din PVC la o temperatură de —10 °C devin casante, iar la o temperatură de +60 °C se pot deforma. De aceea nu se recomandă strîngerea prea mult a şuruburilor la asamblarea elementelor şi a pieselor de ventilare prin flanşe. Pentru asigurarea unei etanşeităţi bune se pune între flanşe cîte o garnitură. La confecţionarea garniturilor se foloseşte carton sau cauciuc de 3—5 mm grosime, precum şi alte materiale rezistente faţă de medii agresive, în cazul unor instalaţii care deservesc anumite secţii industriale.

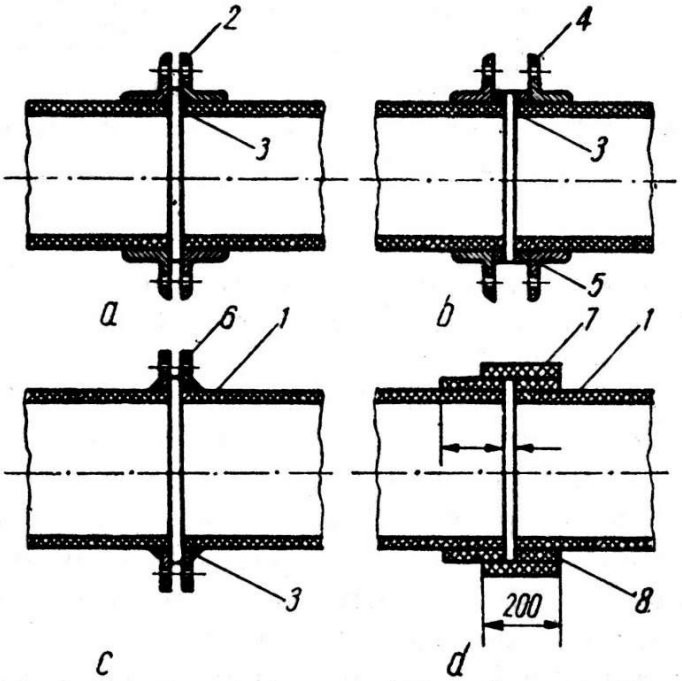



Fig. 140. Tipuri de asamblări demontabile la conducte de aer din PVC :
*1* — conductă de aer din PVC; *2* — cornier din PVC; *3* — garnitură; *4* — cornier din oţel; *5* — umplutură din PVC; *6* — flanşe din foi din PVC; *7* — mufă din PVC; *8* — umplutură de azbest.

La executarea şi asamblarea tubulaturii de ventilare şi aer condiţionat se pot folosi

ambele sisteme tehnologice, însă se recomandă procedeul prin sudură ca fiind mai economic decît cel prin flanșe.

La ridicarea conductelor de aer din PVC suspendarea lor trebuie să se facă cu ajutorul frînghiilor din cînepă sau a centurilor de montaj din pînză de cort sau piele. Nu se admite folosirea la montaj a cablurilor din oțel.

**La montare este necesar să se respecte următoarele reguli :**

1) *Conductele se pot fixa pe console ancorate de plafon sau pe console încastrate în pereții construcției*
2) *Fiecare piesă sau tronson să aibe o susținere separată*
3) *În locul unde este amplasat compensatorul este necesar ca conducta de ventilare să fie suspendată de ambele părți ale compensatorului*
4) *Sistemul de suspensii trebuie să asigure deplasarea liberă a conductei de aer la diferențe de temperatură, ținîndu-se cont de coeficientul de dilatație a materialului plastic* (PVC)
5) *Între conductele de aer și console să se pună în mod obligatoriu garnituri de cauciuc cu o grosime de 3—5 mm*
6) *Distanța între console nu trebuie să treacă de 2,00—2,50 m, iar pe verticală 3,00 m*
7) *Conductele de aer în care se formează condens trebuie așezate cu o pantă de 0,01—0,05 înspre ventilator sau înspre dispozitivul de drenaj al condensului*
8) *Montajul conductei trebuie să înceapă cu ventilatorul*
9) *Conducta de aer se leagă cu ventilatorul cu ajutorul unui burduf din foaie de cort*
10) *La trecerea conductei de aer pe lîngă conducte care transportă agent termic la o temperatură înaltă se instalează ecrane (protecții)*
11) *Distanța secțiunilor drepte fără compensatori se ia de aproximativ 10,00 m*

Între subansamblurile și la distanțele indicate în proiect se montează compensatoare pentu prelucrarea dilatărilor. **Compensatoarele se execută din plăci de PVC și se pot realiza prin trei procedee diferite** (fig. 141) :

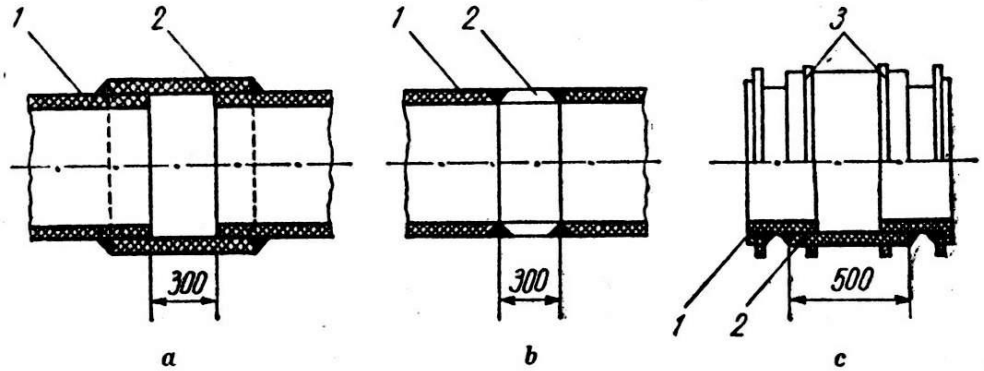



Fig. 141. Tipuri de compensatoare din masă plastică :

*a* — asamblare prin sudură; *b* — asamblare prin îmbinare; *c* — compensatori cu asamblare prin flanșe; *1* — conductă de aer din PVC; *2* — mufă — compensator din masă plastică; *3* — inele metalice.

1) *prin suprapunere;* 2) *prin cuplaj;* 3) *cu flanșe.* Primele două procedee pot fi folosite în procesul montării pe piesă direct, iar cel de al treilea procedeu, racordul cu compensator se poate executa în atelier și aduce la montaj gata făcut.

Pentru a feri conductele de lovituri mecanice în timpul executării lucrărilor de construcții-montaj, se recomandă ca acestea să fie instalate după terminarea tuturor lucrărilor de construcții, iar consolele și suspensiile să fie montate odată cu lucrările de construcții.

CAPITOLUL V

# MONTAREA INSTALAȚIILOR DE VENTILARE ȘI CONDIȚIONARE A AERULUI

## 1. Generalități

Începerea lucrărilor de montaj a unei instalații de ventilare sau condiționare a aerului presupune înainte de toate realizarea unor activități fără de care nu se poate desfășura procesul tehnologic respectiv.

Astfel, construcția realizată trebuie să permită introducerea aparatajelor și tubulaturii, să fie practicate toate golurile necesare în fundații, ziduri, planșee și acoperiș.

Aceste goluri se prevăd în proiecte, dacă unele din ele lipsesc, fiind omise de proiectant sau constructor, spargerile care trebuie efectuate se vor face numai cu avizul constructorului și de către acesta.

De asemenea, pentru începerea lucrului este necesar ca echipa de montori să aibe aprovizionate aparatajele și cantitatea de tubulatură pentru distribuție, știut fiind că atacarea lucrării se face în subsol unde sînt oferite primele condiții de lucru de către constructor. Evident, în cazul centralelor de ventilare amplasate la alte nivele se atacă lucrările în sectorul în care sînt condiții, urmînd ca ulterior să se asigure continuitatea instalației.

Înainte de începerea lucrului se face trasarea, care este precedată de o verificare a planurilor de construcții pentru a vedea dacă spațiul pus la dispoziție pentru aparataje, conducte și țevi corespunde cu planurile de instalații, dacă planurile de instalații concordă cu cele de construcții, deasemenea se procedează și la o confruntare cu planurile celorlalte categorii de lucrări de instalații, pentru a se elimina eventualele nepotriviri ce ar putea genera modificări sau stagnări în timpul executării instalației.

Această verificare se impune a se face peste tot unde se montează elemente ale instalației : centrale de ventilare, trasee de conducte, camere de filtre, încăperi de ventilare, sau chiar în aer liber unde se prevăd cicloane, separatoare, rezervoare, dispozitive de aspirație locală etc.

**Începerea montajului diferă în cele două situații posibile :**

1) *În cazul în care tubulatura de ventilare este prefabricată* se începe montarea ei după planuri, scheme și poziția ventilatoarelor așezate pe

postamente, totodată ţinînd seama de geometria elementelor constructive (pereţi, stîlpi, grinzi etc.).

2) *În cazul în care montajul urmează confecţionării tubulaturii direct pe şantier*, se începe cu însemnarea axelor conductelor principale de aer, folosind de obicei pentru fixarea axelor traseului sîrme de oţel de grosime pînă la 1 mm, bine întinse. În raport cu aceste axe se trasează poziţiile postamentelor ventilatoarelor şi a celorlalte aparate care, pentru uşurinţă, se desenează prin cîteva linii pe peretele apropiat, linii ce reprezintă conturul simplificat al acestora şi servesc drept control pentru montarea lor corectă şi drept repere ajutătoare pentru fixarea poziţiilor aparatelor care urmează a fi montate succesiv.

În general, pentru realizarea unui montaj corect este necesară trasarea şi însemnarea tuturor elementelor componente aparte, canale şi celelalte accesorii.

Gurile de introducere şi de aspiraţie se desenează prin conturul lor pe pereţii de care aparţin, iar canalele din tablă se trasează întinzînd sîrmele la cotele din proiect, ele servind şi la pozarea suporţilor şi susţinătorilor. Pentru a evita eroarea dată de săgeata sîrmei întinse, se limitează lungimea ei pînă la 10—15 m.

Trasarea corectă a instalaţiei conduce la o montare corectă şi o racordare corespunzătoare a gurilor de introducere, de absorbţie şi a dispozitivelor de reglaj montate pe canale. Dacă trasajul nu este realizat corect, poziţiile canalelor determină o racordare defectuoasă a gurilor de introducere şi absorbţie a aerului ; flanşele sînt forţate de strîngerea şuruburilor numai în anumite porţiuni, garniturile sînt strînse şi strivite pe o porţiune din perimetrul canalului, cealalaltă rămînînd lejeră, cu spaţii libere care conduc la pierderi de aer.

Canalele de aer subterane din beton, zidărie sau alte elemente de construcţie se trasează înainte de executarea pardoselii, după indicaţiile din proiect, de către constructor.

Amplasarea cicloanelor, separatoarelor, ventilatoarelor şi altor aparate montate în aer liber necesită operaţii de trasare pe sol, precum şi operaţii de fixare.

## 2. Montarea canalelor de aer

După trasarea poziţiei reţelelor de ventilare şi condiţionare se însemnă cotele exacte la care trebuie montate elementele de agăţare sau susţinere, neadmiţîndu-se la montarea tubulaturii abateri pe verticală mai mari de $\pm 3$ cm. Pentru o corectă trasare se vor lua în consideraţie şi grosimea izolaţiei sau a eventualelor piese care se pot intercala între tubulatură şi suporţi. *Orizontalitatea consolelor* se asigură prin folosirea

nivelei cu bulă de aer, iar verticalitatea prin firul cu plumb. *Susținerea conductelor de aer* se realizează în general pe console fixate în zidărie. Consolele, confecționate din oțel profilat, trebuie să fie suficient de rezistente pentru a susține în deplină siguranță greutatea conductelor și a izolației acestora. Pentru aceasta se ia în calcul greutatea care revine unei console, de trei ori mai mare decît cea reală, deoarece nu toate reazemele sînt egal încărcate și unele pot fi chiar libere, neîncărcate, datorită unor erori în trasarea punctelor de sprijin ce trebuia să fie coliniare.

Fixarea consolelor se face cu ciment, cea cu ipsos deși este mai rapidă, nu este indicată fiind mai slabă dar în special pentru faptul că ipsosul distruge fierul.

În locurile unde poziția permite se pot suspenda conductele de ventilare prin agățarea cu bolțuri de oțel lat strînse cu șuruburi (fig. 142, *a*).

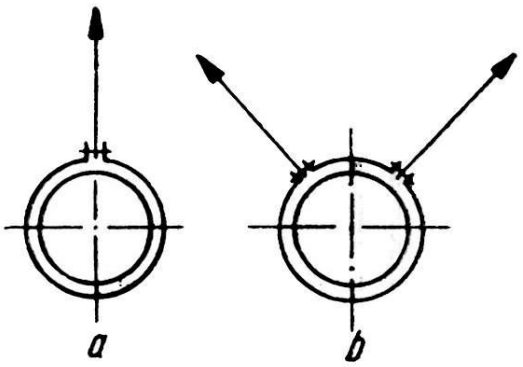



Fig. 142. Susținerea conductelor de aer prin colier :
*a* — susținere simplă; *b* — susținere dublă.

Această susținere se face la distanțe de cel mult 4,00 m unul de altul, înfășurîndu-se conducta de tablă și nu flanșele. Pentru a împiedica deplasările laterale ale conductei se prevăd din loc în loc susținătoare duble (fig. 142, *b*).

În unele situații canalele de aer se montează sub pardoseală sau suspendate de planșee, în acest caz susținerea realizîndu-se prin doi tiranți din oțel rotund, filetați la ambele capete, care prind la un capăt o platbandă fixată pe partea de sus a planșeului, iar la celălalt capăt profilul din oțel pe care se sprijină propriu-zis canalul de aer (fig. 143).

În cazul canalelor de dimensiuni medii se folosește în mod frecvent sistemul de prindere de grinzi, care prezintă avantajul că în preajma acestora nu se găsesc rețelele altor instalații (electrice sau termice). Pentru susținerea canalelor rectangulare se folosesc confecții din oțel cornier sau oțel U care se fixează de grindă cu ajutorul unor platbande prinse cu buloane, încastrate în grindă.

Un alt mod de susținere a canalelor de aer este cel pe stîlpi, care se întîlnește des în halele industriale. Uneori, cînd distanța între canal și stîlp este mare se deviază canalul pînă se aduce lîngă acesta, susținerea fiind realizată prin diferite confecții care înconjoară stîlpul sub forma unor juguri, executate din diferite profile, neadmițîndu-se a se practica spargeri în stîlpi, deoarece slăbește rezistența acestora.

În cazul conductelor verticale, acestea se susțin cu brățări rigid fixate sub flanșă.

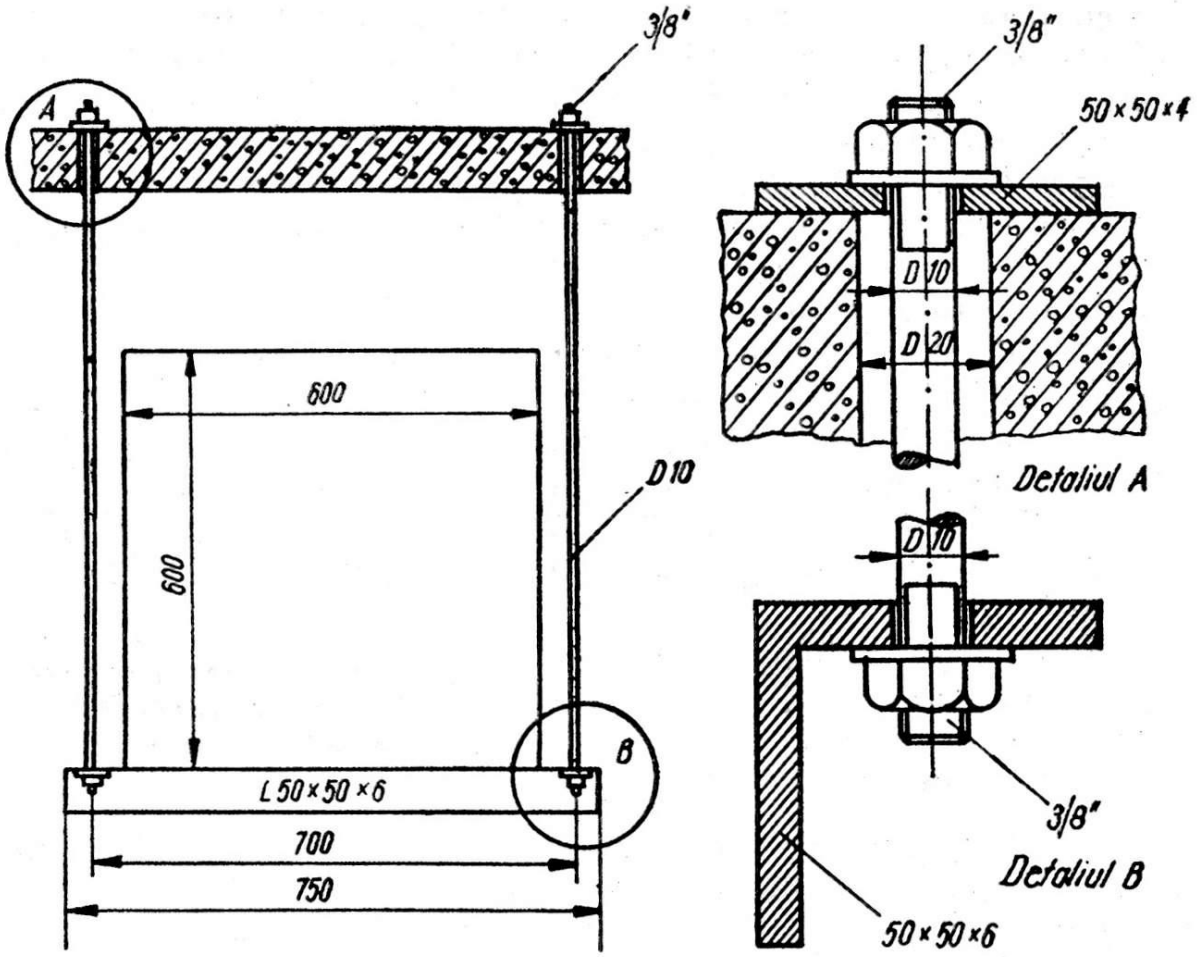



Fig. 143. Susţinerea de planşeu a unui canal rectangular.

**La montarea canalelor de aer trebuie respectate următoarele condiţii :**

1) *Canalele la care nu există posibilitatea unor condensări pe suprafaţa interioară a pereţilor se montează orizontal ; cînd există pericol de condensare se vor monta cu o pantă de cel puţin 1% către locul de evacuare a condensatului.*

2) *Canalele montate vertical nu vor avea abateri de la verticală mai mari de 2—3 mm pe 1,00 m de înălţime.*

3) *În alcătuirea porţiunilor de canal, asamblarea tronsoanelor se va face astfel încît falţurile longitudinale să fie dispuse alternat pentru a nu forma o cusătură continuă ; la canalele cu secţiune rectangulară, îmbinările longitudinale prin falţ vor fi alternate de pe o faţă pe alta a tronsoanelor alăturate.*

4) *Canalele care aparţin instalaţiilor ce vehiculează aer încărcat cu vapori vor fi asamblate astfel încît la partea inferioară a canalului să nu existe îmbinări longitudinale.*

5) *La montarea canalelor de aer ale instalaţiilor lucrînd în medii corozive se vor lua măsuri speciale pentru etanşarea îmbinărilor.*

6) *Canalele care vehiculează aer încărcat cu particule solide în suspensie vor fi din tablă neagră, iar pe porțiunile drepte la distanțe maxime de 5,00 m, precum și în vecinătatea tuturor ramificațiilor și pieselor cu schimbare de direcție se vor prevedea la partea inferioară, guri de curățire etanșe și ușor manevrabile; îmbinările transversale se vor realiza cu eclise mobile, în cazul în care materialul transportat de aer este sub formă pulverulentă sau granulară și cu flanșe în celelalte cazuri.*

7) *Dispozitivele de evacuare montate pe acoperiș vor fi bine fixate și ancorate, pentru a rezista la presiunea vîntului, fără deformări și deplasări de la partea de montaj.*

8) *Montarea gurilor de refulare pe canalele de aer se va face la o distanță minimă de 5 d față de prima piesă din amonte* care *perturbă curgerea aerului în canal (d fiind diametrul canalului cu secțiunea circulară, iar la canalele rectangulare cu laturile a și b,* $d = \frac{2ab}{a+b}$).

9) *Dispozitivele de aspirație locală montate în poziție fixă vor fi susținute astfel încît să nu provoace sarcini suplimentare tubulaturii de aer la care sînt racordate.*

10) *Izolarea termică a canalelor se efectuează numai cu materiale necombustibile, neputrescibile și care își păstrează nealterate în timp proprietățile izolante.*

11) *Cînd izolarea termică se realizează la exteriorul canalelor, cu materiale sub formă de rogojini, acestea vor fi cusute pe carton ondulat la canalele cu perimetrul pînă la 2 000 mm sau pe plase de sîrmă la canalele cu perimetrul mai mare.*

12) *La izolarea termică și fonică a canalelor din tablă se vor folosi plăci din vată minerală montată pe suprafața interioară a pereților; suprafața plăcilor care vine în contact cu aerul va fi vopsită cu litopen și aracet.*

Tubulatura de aer se racordează cu aparatele, utilajele etc. cu elemente în mișcare (ventilatoare, mașini tehnologice etc.) prin intermediul unor elemente elastice care să împiedice în mod complet transmiterea vibrațiilor mecanice către canalele de aer. Racordurile elastice vor fi, pe cît posibil, etanșe, fără scăpări de aer, și realizate astfel încît să reziste, după destinație, la acțiunea gazelor fierbinți, a gazelor și vaporilor corozivi, a prafului abraziv sau a aşchiilor.

### 3. Montarea ventilatoarelor

Aparatul care produce mișcarea aerului, elementul a cărui rol în instalație este determinant pentru realizarea scopului propus și anume ventilatorul, comportă o serie de operații de montaj care trebuie respectate cu strictețe.

**La cele două tipuri de ventilatoare folosite în instalaţiile de ventilare, centrifuge şi axiale, distingem cîteva operaţii de montaj. Astfel :**

1) *Fixarea locului în elementele de construcţii, pe care se amplasează ventilatorul*
2) *Verificarea elementelor constructive ale ventilatorului livrat de uzina producătoare*
3) *Transportul ventilatorului la locul de montaj*
4) *Trasarea pe fundaţie a axelor de fixare a utilajului*
5) *Aşezarea pe poziţie a utilajului*
6) *Centrarea*
7) *Fixarea buloanelor în fundaţie*
8) *Reglarea*
9) *Racordarea la instalaţie*

Aceste operaţii sînt în general aceleaşi pentru toate tipurile de ventilatoare, diferind numai detaliile de execuţie de la un aparat la altul în funcţie de tipul acestuia, de gabarit, greutate sau gradul de complexitate tehnică.

a. **Postamentele ventilatoarelor.** Ventilatoarele centrifuge se pot monta pe fundaţii aşezate direct pe pămînt, pe pardoseli, pe planşee, pe console fixate în pereţi, pe suporturi metalice, pe stîlpi de beton armat sau metalici şi uneori, chiar suspendate de planşee.

1) *Fundaţiile pe sol* (fig. 144) se execută din beton, semiîngropat, conturul fundaţiei depăşind cu 10—15 cm conturul ventilatorului.

Pentru amortizarea vibraţiilor, fundaţia ventilatorului trebuie să fie izolată de fundaţiile altor utilaje şi de elementele de construcţie. Acest lucru se realizează prin căptuşirea cuvei de fundaţie cu plăci de plută protejate împotriva apei prin îmbrăcarea părţilor inferioare şi superioare cu straturi alternative de carton asfaltat şi bitum.

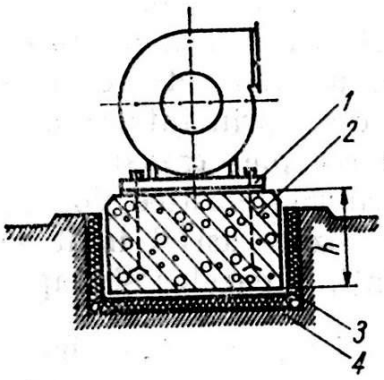



Fig. 144. Montarea ventilatoarelor centrifuge pe fundaţie de beton semiîngropată :
1 — ventilator; 2 — beton de fundaţie; 3 — straturi de carton asfaltat şi bitum; 4 — placă de plută.

Un sistem îmbunătăţit de fundaţii pe sol este cel realizat prin suspendarea fundaţiei pe tampoane de cauciuc, unde însă se cer respectate condiţii superioare de calitate, iar montajul este pretenţios.

Acelaşi lucru îl prezintă şi sistemul de fundaţii suspendate prin cutii cu arcuri, în care postamentul ventilatorului este de asemenea semiîngropat într-o cuvă de beton.

În toate aceste cazuri buloanele de ancorare a batiului ventilatoarelor se fixează în găurile lăsate în fundaţii încă de la turnarea betonului.

2) *Fundațiile pe pardoseală* (fig. 145) se folosesc pentru montarea ventilatoarelor mici, și se realizează prin executarea unei plăci de beton cu grosimea de 10—15 cm direct pe pardoseală, peste care se așează o placă din cauciuc, plută sau pîslă, izolată hidrofug cu un strat de carton

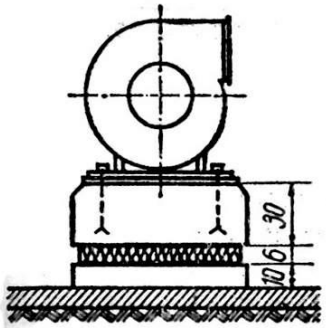



Fig. 145. Montarea ventilatoarelor centrifuge pe fundație de beton așezată pe pardoseală.

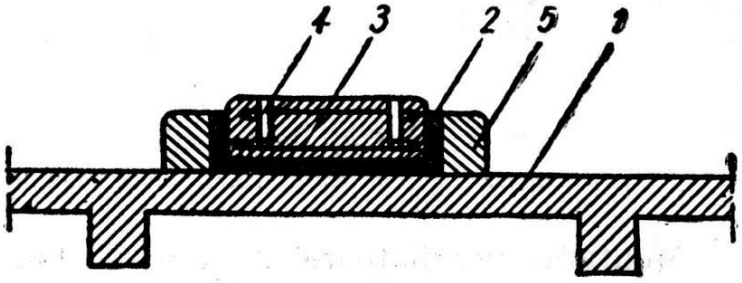



Fig. 146. Fundație pe planșeu :
*1* — planșeu; 2 — strat de amortizare; 3 — postament de beton armat; *4* — găuri pentru buloane; 5 — bordură de beton.

asfaltat și bitum. Peste acest strat amortizor se toarnă, bine centrat, blocul de beton cu $h=30$ cm, pe care se fixează prin buloane batiul ventilatorului.

Ventilatoarele de dimesnsiuni mici se pot monta și direct pe pardoseală dacă aceasta este executată dintr-o placă de beton de grosime egală cu 15—20 cm, între ventilator și pardoseală fiind plăci amortizoare din plută sau cauciuc.

3) *Fundațiile pe planșee* (fig. 146) se folosesc în cazurile în care ventilatorul sau centrala de ventilare nu se găsesc la subsol sau parter.

Pentru a împiedica deplasarea ventilatorului se execută o bordură de beton, care-l înconjoară.

Ultimele noutăți tehnice în montarea ventilatoarelor pe planșee prevăd amortizoare cu arc sau pneumatice care împiedică aproape total transmiterea trepidațiilor, eliminînd astfel posibilitatea fisurării planșeelor.

4) *Consolele de susținere* se întîlnesc acolo unde se montează ventilatoare de greutate mică la anumite înălțimi. Consolele se fixează în stîlpi de beton, zidărie sau metalici, precum și pe ziduri de beton sau cărămidă, folosind traverse orizontale din oțel profilat, sprijinite pe console de susținere (fig. 147). Fixarea ventilatoarelor pe postamentele din oțel pe console se realizează cu ajutorul șuruburilor obișnuite.

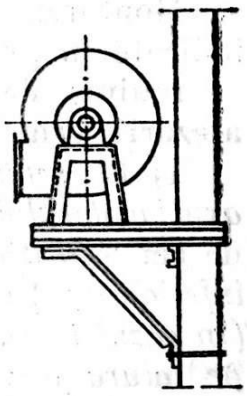


Fig. 147. Montarea ventilatoarelor centrifuge pe consolă de susținere, fixată de stîlp.

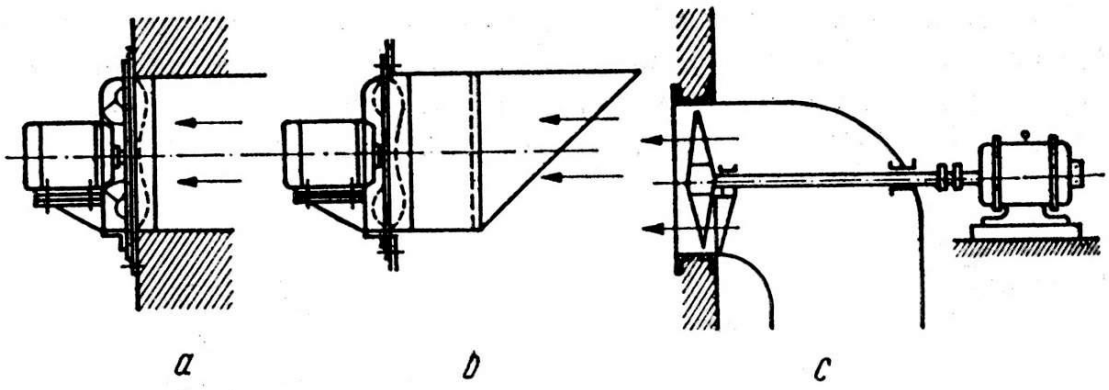



Fig. 148. Sisteme de montare a ventilatoarelor axiale :
*a* — în perete; *b* — cu tub prelungit pentru priză de aer; *c* — cu ax prelungit (în cot).

Montarea ventilatoarelor axiale se face fie pe eşafodaje metalice de susţinere, fie în orificii prevăzute special în pereţii încăperii, atunci cînd dimensiunile aparatelor sînt normale sau pe fundaţii de beton în cazul utilajelor mari.

În figura 148 se prezintă cîteva sisteme de montare a ventilatoarelor axiale, în care poziţia ventilatorului faţă de priza de aer şi canalul de ventilare determină modul de susţinere.

b. **Condiţii de montare.** În vederea montării ventilatorului se impune în prealabil de aceasta o verificare atentă a acestuia şi a motorului electric ce-l acţionează. Operaţia de verificare şi control constă în corespondenţa dintre caracteristicile înscrise pe plăcuţele de identificare şi datele proiectului, controlul exterior general al stării agregatului pentru a se identifica eventualele deteriorări produse în timpul transportului şi manipulărilor (deformări, slăbirea îmbinărilor cu şuruburi etc.), existenţa vaselinii de ungere în casetele rulmenţilor, starea izolaţiei motoarelor electrice etc.

Montarea ventilatorului se face respectînd cotele de amplasament indicate în proiect.

**Înainte de fixarea definitivă la poziţie se reglează orizontalitatea aşezării ventilatorului şi motorului, respectînd următoarele indicaţii :**

1) *La ventilatoarele centrifuge cu rotorul ventilatorului cuplat direct pe axul motorului electric,* orizontalitatea se va verifica cu nivela cu bulă de aer aşezată succesiv astfel : a) *pe două direcţii perpendiculare pe rama inferioară ;* b) *pe două direcţii perpendiculare pe flanşa gurii de refulare (în cazul în care refulează pe verticală) ;* c) *pe două direcţii perpendiculare pe latura orizontală superioară a carcasei (în cazul în care refulează pe orizontală) ;* d) *pe generatoarea superioară a motorului electric.*

2) *La ventilatoarele centrifuge cuplate direct prin cuplă elastică sau la cele cu transmisie prin curele trapezoidale,* orizontalitatea se va verifica prin aşezarea nivelei cu bulă de aer pe generatoarele superioare ale axelor ventilatorului şi motorului electric.

3) *La ventilatoarele axiale* nivela cu bulă de aer se va aşeza : a) *pe generatoarea superioară a carcasei cilindrice în cazul montării cu axul orizontal ;* b) *pe două diametre perpendiculare, pentru verificarea orizontalităţii rotorului, în cazul montării cu axul vertical.*

După asigurarea orizontalităţii, cu metodele indicate mai înainte, se va verifica cu atenţie echilibrarea rotorului, prin imprimarea, cu mîna, a unor uşoare învîrtituri. Rotorul este bine echilibrat atunci cînd se roteşte uşor, dacă nu freacă părţile fixe ale carcasei şi dacă după un număr de 3—4 învîrtituri, se opreşte liber în diferite poziţii.

La ventilatoarele mari cu carcasa compusă din mai multe părţi, care la montare trebuie asamblate, verificarea urmează aceleaşi operaţii specificate mai înainte.

Cînd ventilatoarele sînt acţionate de motoare electrice prin transmisii cu curele, se prevăd dispozitive mecanice pentru întinderea curelelor. Atunci cînd se folosesc motoare electrice prevăzute cu glisiere, acestea vor fi montate perpendicular pe planurile verticale care trec prin axele ventilatorului şi motorului. Aceste planuri vor fi riguros paralele, cele două glisiere fiind la acelaşi nivel.

După ce aceste condiţii au fost îndeplinite se trece la montarea buloanelor, care fixează rama de bază (batiul) a ventilatorului şi la montarea glisierelor.

Buloanele se fixează în fundaţie cu mortar de ciment, compus din o parte ciment şi două nisip. După ce se îndeasă bine în găurile din fundaţie, ocupînd întregul spaţiu creat, mortarul este lăsat să facă priză timp de 5—6 zile, timp în care nu se mai atinge nimeni de ventilator sau glisiere.

La ventilatoarele cuplate direct cu motorul electric axul rotorului trebuie să fie exact în prelungirea axului motorului electric, lucru ce impune o centrare precisă a celor două elemente. Pentru aceasta trebuie ca cele două cuple să fie bine strunjite şi presate exact pe axe, eliminînd existenţa oricărei excentricităţi.

Cuplajul trebuie să fie rigid pe ax, astfel că locaşul penelor, trebuie precis prelucrat, fără a exista vre-un joc la introducerea acestora.

În final axul rotorului şi al motorului electric trebuie să coincidă cu centrul cuplei, neadmiţîndu-se toleranţe mai mari de $\pm 1$ mm, iar faţa cuplelor trebuie să fie perpendiculară pe ax.

După ce se efectuează centrarea cuplelor se procedează la un control al funcţionării lor, lăsînd nemişcat axul ventilatorului şi rotind în diferite poziţii axul motorului electric. Pentru fiecare poziţie întîlnită se măsoară distanţa dintre cuple, folosind ca reper un semn fix de pe cupla ventilatorului ; se procedează identic, lăsînd nemişcată cupla motorului electric şi modificîndu-se poziţia cuplei ventilatorului.

Nu se admit diferenţe mai mari de 0,1—0,2 mm între măsurători, efectuate prin calibre. În caz contrar, trebuie prelucrate cuplajele, prin strunjire, sau chiar înlocuite.

Pentru a se prelua micile diferenţe care apar între cele două semicuple se realizează o legătură elastică folosind bolţuri de piele sau cauciuc, care intră în ele.

După obţinerea unei centrări corecte a celor două axe, se strîng definitiv buloanele de fixare a ventilatorului şi motorului electric pe postament şi se pun contrapiuliţele. În final se mai face o ultimă verificare, după această strîngere, eliminîndu-se o eventuală diferenţă apărută între timp.

**Pentru asigurarea unor condiţii normale de funcţionare a unui ventilator trebuie luate următoarele măsuri :**

1) *Legarea la pămînt a motorului electric*
2) *Montarea unui dispozitiv de protecţie în dreptul roţilor şi curelelor, la transmisia prin curele*
3) *Montarea unei plase de sîrmă cu ochiuri mari (25—50 mm) la gura de aspiraţie a ventilatorului, în cazul în care acesta aspiră liber din încăpere*
4) *Verificarea legăturilor din cutia de borne a motorului electric, astfel ca sensul de învîrtire al rotorului ventulatorului să fie cel corect*
5) *Întinderea corectă a curelelor trapezoidale, astfel ca pe o lungime de 0,50 m săgeata pe care o face o curea la o apăsare cu mîna să fie cel mult egală cu înălţimea ei. Trebuie respectat principiul ca toate curelele trapezoidale acţionate de aceleaşi roţi de transmisie să aibe o întindere egală*

La montarea ventilatoarelor şi în general la execuţia centralelor de ventilare trebuie să se aibe în vedere ca racordarea ventilatoarelor la reţeaua de canale să se realizeze în măsura maximă posibilă, prin intermediul unor porţiuni drepte de canal, cu lungime de 8—10 ori diametrul canalului, atît pe aspiraţie, cît şi pe refulare. În cazul în care anumite considerente constructive nu permit realizarea acestor condiţii **se pot aplica următoarele soluţii la racordarea gurii de aspiraţie a ventilatorului :**

1) *Cot cu secţiune rectangulară cu palete de dirijare sau curbă cu secţiune circulară cu rază de curbă mai mare de două diametre*
2) *Cutie de aspiraţie cu palete de dirijare*

Dacă la racordarea ventilatoarelor pe refulare sînt necesare coturi sau curbe, acestea se vor monta la o distanţă de cel puţin 5 *d* faţă de rama gurii de refulare, prin intermediul unei porţiuni drepte de canal. În cazu-

rile în care ventilatorul refulează direct în atmosferă, fără intermediul unei tubulaturi, la gura de refulare a ventilatorului se va monta un tronson de canal drept avînd secțiunea gurii de refulare ($a$ x $b$) și o lungime de minimum ($a+b$) sau un difuzor cu un unghi la vîrf de 15—30°.

### 4. Montarea bateriilor de încălzire sau de răcire.

Folosite pentru încălzirea sau răcirea aerului în funcție de parametrii ceruți aerului necesar ventilării sau condiționării, bateriile trebuie mai întîi verificate, printr-un control amănunțit care să elimine eventualele deficiențe apărute în special datorită transportului de la fabrică la șantier sau depozitării ori manipulării în șantier.

**Pentru aceasta se procedează la următoarele verificări :**

1) *Aripioarele să fie drepte, fără deformații, iar spațiul dintre ele să fie curat, fără moloz, var sau alte elemente care împiedică transmisia căldurii*
2) *Țevile bateriei se vor supune la o probă de presiune, egală cu 1,5 ori presiunea de regim, pentru controlul etanșeității*
3) *Flanșele fixate pe carcasa bateriei, cît și cele la care se racordează să fie plane, fără abateri care să depășească 3 mm*
4) *Etanșeitatea carcasei, lipsa oricăror urme de lovituri care ar fi deformat-o sau slăbirea unor îmbinări a întregului ansamblu*

Bateriile se montează în general pe dispozitive de susținere proprii, separate de cele ale canalelor de aer. Se interzice racordarea bateriei la instalație fără a o sprijini sau susține, chiar dacă gabaritul și greutatea ei sînt reduse ; prinderea bateriei de flanșe fără o susținere independentă a ei prezintă nesiguranță în exploatare și greutate deosebită la montare și demontare.

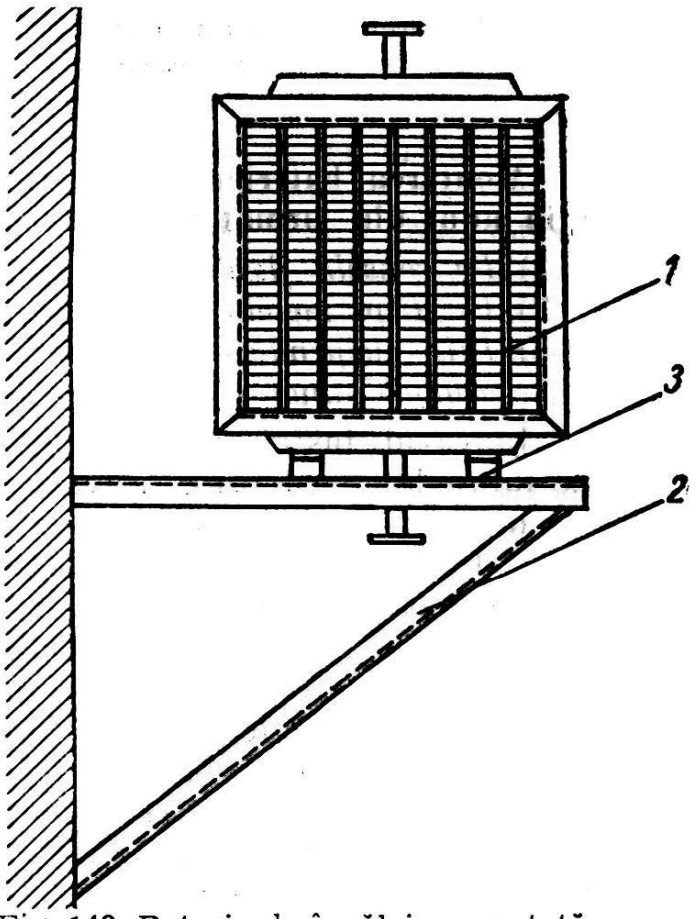



Fig. 149. Baterie de încălzire montată pe consolă :
*1* — baterie; 2 — consolă; 3 — traversă de susținere.

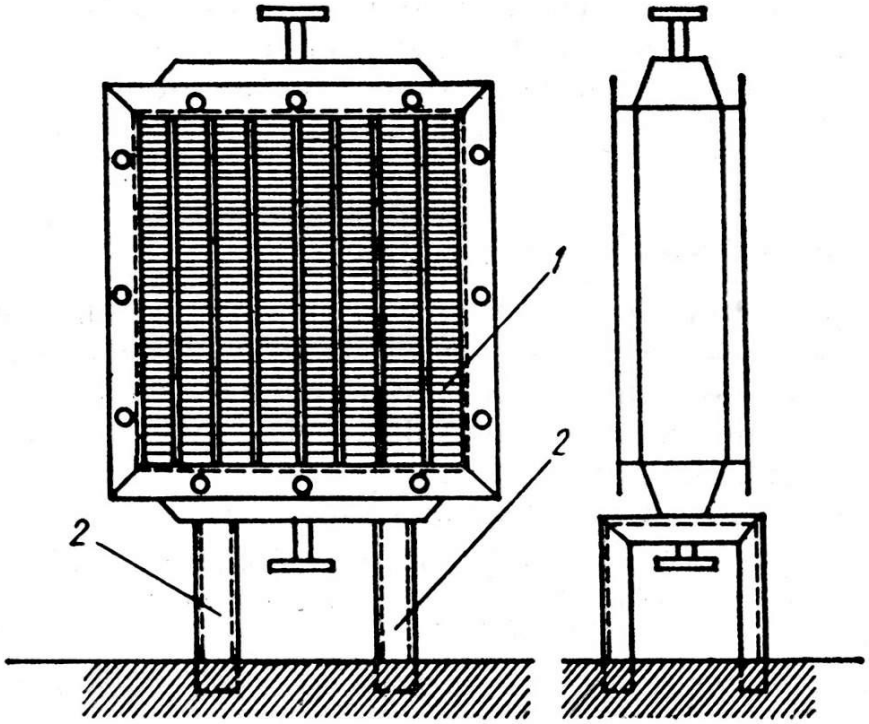



Fig. 150. Baterie de încălzire montată pe suport metalic :
*1* — baterie; *2* — suport.

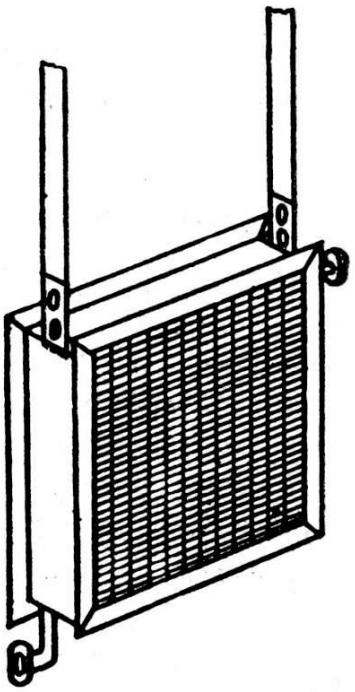


Fig. 151 Montarea bateriei prin suspendare.

**Montarea bateriei, în funcţie de gabaritul şi greutatea ei se realizează prin unul din următoarele sisteme :**

1) *Pe console fixate de pereţi sau stîlpi* (fig. 149)
2) *Pe stîlpi metalici sau din beton* (fig. 150)
3) *Prin suspendare de ferme sau de planşee metalice ori din beton, cu ajutorul unor profile din oţel* (fig. 151)

În cazul instalaţiilor de ventilare, corespunzător bateriilor produse de fabricile specializate, în cataloage de subansambluri se găsesc detalii tip de suporţi, după care se confecţionează aceste elemente de susţinere.

Bateriile se montează în mod normal în poziţie verticală, iar în cazuri speciale, înclinat sau chiar în plan orizontal cu prevederea unor măsuri de a asigura o bună aerisire şi golirea apei sau scurgerea condensatului în cazul aburului. Poziţia de montaj a bateriilor va fi în toate cazurile cea indicată de fabrica producătoare.

În cazul în care bateriile sînt montate în tubulatura de aer vor fi racordate la canale astfel : în amonte de baterie, printr-un confuzor cu unghiul la vîrf mai mic de 30°, iar în aval de baterie printr-un difuzor cu unghiul la vîrf mai mic de 45°. Dacă bateria se montează imediat după o piesă cu schimbare de direcţie, aceasta va fi prevăzută cu pereţi sau palete de dirijare a aerului, care să asigure repartizarea uniformă a aerului pe suprafaţa frontală a bateriei.

În situaţia în care bateria se montează imediat după un ventilator centrifug racordarea la gura de refulare a ventilatorului se va face printr-un difuzor simetric cu un unghi la vîrf de maximum 30°, sau printr-un difuzor asimetric cu un unghi la vîrf de maximum 15°. Se recomandă în acest caz, montarea între difuzor şi baterie a unui fagure pentru uniformizarea curgerii avînd latura ochiului pătrat de (0,075—0,15) $d$ şi lăţimea de (0,25—0,45) $d$, $d$ fiind diametrul canalelor circulare, iar la canalele rectangulare, cu laturile $a$ şi $b$, $d=\frac{a+b}{2}$.

Dacă bateria se montează imediat după un ventilator axial, racordarea se va face printr-o piesă cu schimbare de secţiune simetrică, cu un unghi la vîrf de cel mult 30°. În acest caz se recomandă că între piesa cu schimbare de secţiune şi baterie să se monteze un tronson cilindric drept cu lungime de două diametre, avînd montată în interior o cruce pentru îndreptarea curentului de aer (doi pereţi plani, pe toată lungimea tronsonului, dispuşi perpendicular).

### 5. Montarea filtrelor şi separatoarelor de praf

a. **Montarea filtrelor.** Este precedată de un atent control al acestora, menit să elimine eventualele defecţiuni sau abateri provenite în urma transportului sau a fabricării.

În cazul filtrelor cu celule acestea se aduc în şantier în formă de rame în care se încadrează celulele cu materialul filtrant.

După verificarea ramei exterioare se va controla starea celulelor de filtrare şi dacă acestea pătrund uşor în locaşul lor, nefiind nevoie de eforturi suplimentare prin lovire, dar nici să rămînă spaţiu mare între cutie şi ramă care ar permite scăpări de aer nefiltrat. În acest din urmă caz se aplică benzi de tablă zincată suficiente pentru a închide spaţiul liber, astfel încît să şicaneze trecerea aerului. În spaţiul din faţa filtrului unde se vor scoate şi spăla celulele se amenajează posibilitatea efectuării acestor operaţii fie printr-o masă cu tăvi pentru spălare pe loc, fie printr-un spaţiu de trecere spre un loc apropiat.

În cazul celulelor cu inele Raschig, după fixarea ramei şi înzidirea praznurilor de prindere, se va face o spălare îngrijită cu leşie de sodă, a inelelor, urmată de îmbibarea cu ulei special, subţire şi cu mică tensiune superficială, astfel încît să cuprindă toată suprafaţa inelelor fără a crea un strat gros care să astupe trecerea aerului. În situaţia în care uleiul este în cantitate prea mare trebuie avut grijă de scurgerea surplusului căci ar putea în caz contrar să fie antrenată de aer o cantitate de ulei care îmbăcseşte bateria de încălzire, micşorînd coeficientul de transmisie a căldurii şi impurificînd aerul.

În cazul celulelor umplute cu granule de material filtrant, de asemenea se va face o spălare atentă înainte de montarea lor. Dacă celula

cu granule nu este demontabilă se va prevedea posibilitatea spălări[1] pe loc cu un curent de apă în sens invers.

La ambele tipuri de celule se va avea grijă ca plasa de metal care le susţine să fie dintr-un material necorodabil, iar celulele să fie bine umplute, fără spaţii goale care să reducă capacitatea de filtrare.

Filtrele prevăzute cu ţesături montate în cutii cu rame se montează în spaţiile rezervate numai după terminarea lucrărilor de zidărie. Ţesăturile folosite vor fi bine întinse pe rame, fie manual fie prin dispozitive speciale acţionate de persoane calificate pentru a nu rupe pînza. Dacă materialul textil este scămoşat, partea respectivă trebuie pusă în partea de introducerea a erului încărcat cu praf pentru a-l reţine. Prinderea pînzei nu se va face în nici un caz, simplu, direct prin cuie pe ramele de lemn, existînd în această situaţie pericolul ruperii şi deteriorării rapide a acesteia. La montare pînza trebuie să fie uscată, fără găuri, cusături sau rosături, condiţii ce conduc la un randament ridicat al filtrării.

**La filtrele mecanice (autocurăţitoare sau cu bandă uscată continuă) se va asigura şi verifica :**

1) *Funcţionarea normală, fără întreruperi şi suprasolicitări a tuturor elementelor în mişcare*
2) *Acces uşor şi manevrare uşoară a dispozitivelor de comandă*

b. **Montarea separatoarelor de praf.** Această operaţie diferă în funcţie de tipul separatorului: 1) *prin inerţie ;* 2) *camere de decantare;* 3) *cicloane.*

1) *Separatoarele de praf prin inerţie* se verifică cu atenţie înainte de montare astfel ca inelele din care sînt alcătuite să nu fie îndoite, evitîndu-se variaţia secţiuni de trecere a aerului şi deci a debitului de aer care poate conduce la formarea de vîrtejuri. Inelele deformate trebuie să fie îndreptate cu atenţie, urmărindu-se ca spaţiile libere dintre ele să fie egale, operaţie dificilă avînd în vedere că aceste spaţii sînt în general de ordinul milimetrilor. Lamele serios deteriorate care nu mai pot fi îndreptate se vor înlocui.

Avînd o greutate mică, aceste separatoare nu au nevoie de fundaţii, aşezîndu-se pe o simplă placă sau chiar direct pe pardoseală. La montare se va verifica verticalitatea axei lor, folosind în acest scop firul cu plumb.

2) *Camerele de decantare* pot fi *obişnuite* sau *cu rafturi mobile.* Cele obişnuite se construiesc de obicei din zidărie sau beton, iar pereţii verticali care împart camera se construiesc din tablă sau lemn. În funcţie de dimensionarea lor, camerele de decantare se pot construi direct pe şantier sau din ansambluri prefabricate.

Fixarea punţilor trebuie făcută la tavanul camerei pentru pereţii centrali (fig. 152), iar la pereţii despărţitori marginali se face prinderea la tavan şi la zidurile laterale.

Grătarele de pe fundul camerei trebuie bine fixate pe buncăre pentru a nu aluneca, iar buncărele vor fi rezemate pe construcții solide de beton armat sau traverse de fier rezistente.

Racordarea buncărelor, confecționate din tablă bine încheiată, se face cu rame de oțel cornier, fixate cu șuruburi în zidurile laterale și în traversele de susținere.

Camerele cu rafturi se construiesc din tablă, în ateliere speciale, montajul făcîndu-se pe șantier. Cele de dimensiuni mici se amplasează direct pe pardoseală și se fixează cu șuruburi, iar cele de dimensiuni mai mari se vor pune pe postamente dimensionate corespunzător greutății lor.

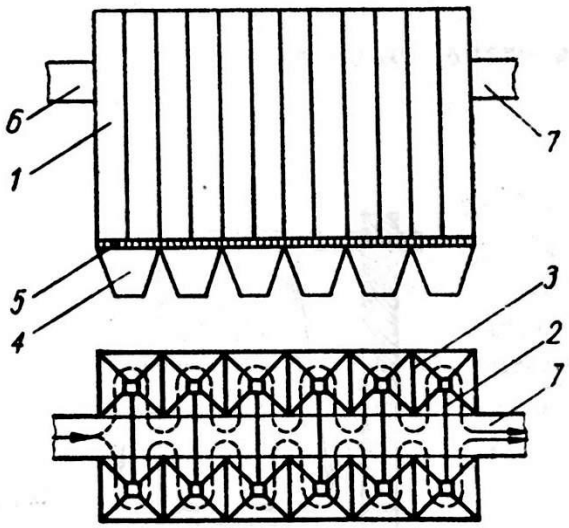



Fig. 152. Cameră de decantare :
*1* — construcție de zidărie sau beton; *2* — pereți despărțitori centrali; *3* — pereți despărțitori laterali; *4* — buncăre de praf; *5* — grătare; *6* — racord de intrare a aerului; *7* — racord de ieșire a aerului.

Pentru etanșeitate, la asamblare se prevăd garnituri de cauciuc care se montează între flanșele diferitelor subansambluri.

3) *Montarea cicloanelor* este de asemenea precedată de o atentă verificare pentru a stabili eventualele remedieri care trebuiesc executate.

Construite în ateliere de lăcătușerie-cazangerie și aduse în șantier gata asamblate ele pot suferi în timpul transportului o serie de avarii cum ar fi descentrarea tubului interior de evacuare a aerului și turtirea mantalei exterioare. În cazul apariției unor turtiri, ele trebuie îndreptate imediat cu ciocanul, altfel în timpul funcționării pot apărea vîrtejuri, deoarece un ciclon care nu este perfect cilindric nu mai conduce bine aerul, operațiunea de separare a prafului fiind redusă considerabil.

Ciclonul se racordează prin flanșe la conducta de intrare a aerului, flanșa fiind așezată normal pe tangenta la mantaua exterioară a ciclonului. Flanșa trebuie să fie corespunzătoare, nedeformată, fără lovituri.

Tubul interior trebuie să fie perfect concentric cu cilindrul exterior. Acest lucru se realizează uneori cu bare de distanțare care-l ghidează pe axa centrală ciclonului.

Montarea ciclonului începe cu fixarea poziției proiecției axului în plan și fixarea proiecției axului vertical pe peretele lîngă care urmează a fi montat.

După aceasta se trasează fundația care se compune din blocuri de beton sub fiecare picior al ciclonului. Înainte de turnarea betonului de fundație se fixează locurile în care se montează buloanele care vor prinde ciclonul.

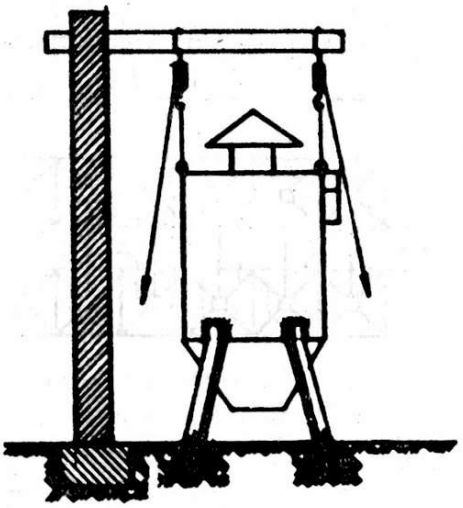


Fig. 153. Susţinerea ciclonului la montare.

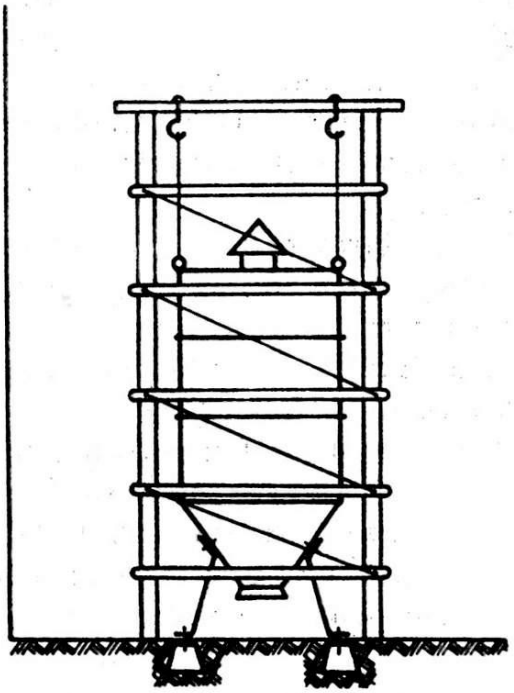


Fig. 154. Montarea ciclonului cu ajutorul schelei.

Odată priza fundaţiei terminată, începe aşezarea ciclonului a cărui manevrare se face cu ajutorul macaralei sau cu scripeţi agăţaţi de o grindă sau perete solid (fig. 153) ; la cicloanele mai mari se construieşte o schelă ce îmbracă ciclonul (fig. 154). În primul caz trebuie avut grijă ca ciclonul să fie prevăzut cu urechi de prindere pentru a putea fi uşor agăţate în scripeţi şi macarale.

Tronsoanele din care este confecţionat se montează în poziţie stabilită constructiv, avîndu-se grijă ca găurile pentru şuruburi din flanşele care se îmbină să corespundă, astfel ca să nu fie nevoie de rotirea acestuia în timpul lucrului.

Fixarea se face după aşezarea garniturii de etanşare, care poate fi din carton muiat în apă şi uns cu ulei de in sau din sfoară de bumbac înmuiată în mastic bituminos.

Controlul neetanşeităţilor care pot apărea la flanşe se face atunci cînd ciclonul lucrează în suprapresiune prin plimbarea mîinii ude pe circumferinţa flanşei, iar cînd lucrează în depresiune (ciclonul montat înainte de ventilator) cu flacăra unei lumînări.

Un control eficace se realizează după cîteva luni de funcţionare atunci cînd garniturile s-au uscat şi eventualele defecte au apărut mai clar.

### 6. Montarea aparatelor de condiționare

**Aparatele de condiționare folosite în instalațiile de condiționare a aerului pot fi de mai multe tipuri :**

1) *Aparate mici pentru condiționarea locală*
2) *Aparate mijlocii pentru clădiri social-culturale*
3) *Aparate mari pentru industrii, cu prepararea centralizată a aerului*

1) *Aparatele mici* sînt livrate de fabrică, complet asamblate, montarea realizîndu-se prin așezarea lor corectă în poziția indicată prin proiect. Fixarea se face cu grijă, pe console, la înălțimea și cu direcția de suflare indicată în proiect. **Racordurile de apă, canalizare și curent electric se execută după normele obișnuite cu următoarele recomandări :**

1) *Racordul de apă să fie prevăzut cu robinet de închidere așezat într-o poziție accesibilă*
2) *Conducta de apă trebuie să aibe robinet de golire la canal*
3) *Pulverizarea apei prin duze să se facă cu picături fine și în mod uniform*
4) *Racordul electric trebuie să fie elastic, în tub de protecție*

2) *Aparatele mijlocii* sînt alcătuite din subansambluri, la montajul cărora trebuie respectate instrucțiunile fabricii furnizoare. Camerele de umidificare se livrează complet montate sau în tronsoane, cadrele cu duze se montează pe suporturi, de care se prind prin brățări, iar duzele se fixează prin înșurubare.

Montarea filtrelor, bateriilor și ventilatoarelor care intră în componența aparatului de condiționare se realizează conform indicațiilor arătate mai înainte.

3) *Aparatele mari sau uzinele de condiționare* comportă aceleași probleme de montaj cu sublinierea că elementele componente ale acestora ca : filtre, baterii de încălzire și răcire, camere de umidificare, ventilatoare, pompe etc., sînt de dimensiuni mai mari.

Montajul începe în momentul cînd încăperile în care se prevăd aceste aparate sînt realizate constructiv rămînînd numai să fie finisate. Deoarece aceste uzine sînt de obicei automatizate, este indicat ca montajul lor să fie supravegheat de către un reprezentant al fabricii furnizoare, specialist care răspunde de executarea montajului sub aspectul respectării parametrilor proiectați.

CAPITOLUL VI

# NOȚIUNI DE PREFABRICARE

## 1. Necesitatea prefabricării

Prin prefabricare se înțelege executarea într-un atelier specializat și dotat cu scule și utilaje a unor elemente sau piese folosite în instalații de ventilare, care urmează a fi montate pe șantier. Prefabricarea asigură scurtarea timpului de execuție a lucrărilor de instalații, urmărind ca pe șantier să se execute numai montarea subansamblurilor sau elementelor prefabricate. Această metodă conduce la posibilitatea executării pe scară industrială a instalațiilor de ventilare și condiționare a aerului.

**Avantajele care decurg prin aplicarea acestor metode sînt următoarele :**

1) *Transferul de muncă de pe șantier în atelier unde se lucrează într-un flux tehnologic organizat*
2) *Reducerea volumului de muncă pe șantier*
3) *O mare parte din operații se pot executa de muncitori de categorii mici*
4) *Scurtarea perioadei de execuție a instalațiilor de condiționare și ventilare prin folosirea prefabricatelor pregătite de atelier*
5) *Creșterea calitativă a lucrărilor de ventilare prin posibilitatea de a asigura în cadrul atelierului de prefabricate o supraveghere tehnică mai bună, care nu este posibilă în aceeași măsură pe șantiere*
6) *Prin dotarea cu utilaje de mare productivitate va crește productivitatea muncii*
7) *Reducerea costului lucrărilor, care se execută într-un atelier bine organizat cu folosirea cît mai rațională și economică a materialelor, pe baza unui proces de prefabricare optim și a folosirii resturilor de materiale (șțraifuri) care cad prin tăierea tablei*

De asemenea aparatajele care intră în componența uzinelor de condiționare se pot pregăti în vederea montării lor pe poziție, în cadrul atelierelor de prefabricare a instalațiilor de ventilare și condiționare. Astfel, pentru ventilatoare se confecționează în atelier racordul elastic și ștuțul din tablă pentru racordarea la tubulatura de ventilare. De asemenea se mai poate confecționa și rama de fixare a ventilatorului

pe postament. Pentru filtrele de praf se pot confecționa și monta ștuțurile pentru racordarea la instalație, precum și materialul filtrant.

Bateriile de încălzire se pot pregăti pentru montaj pe șantier cu armăturile respective, cu flanșe și contraflanșe, șuruburi, garnituri etc, urmînd ca pe șantier să se facă montarea pe poziție și legarea conductelor de tur și retur la instalația obiectivului (fig. 155).

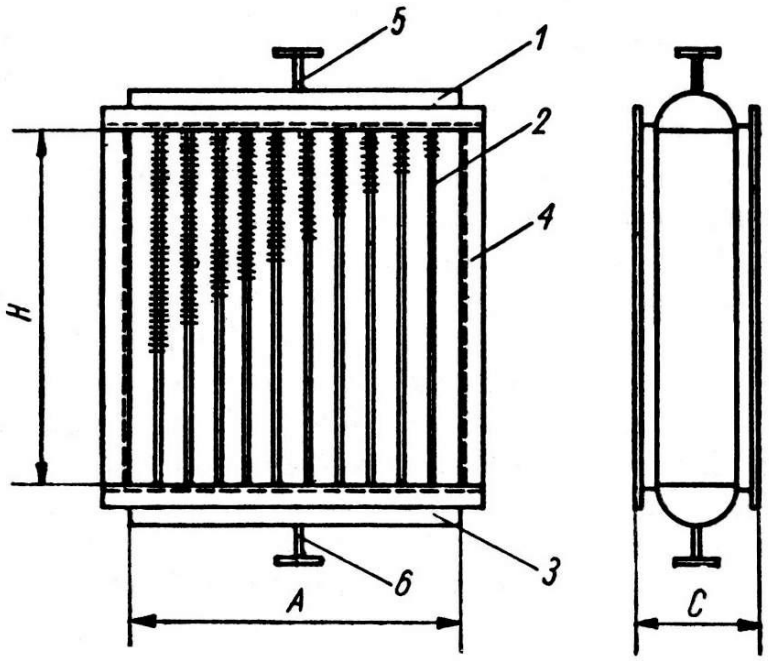



Fig. 155. Baterie de încălzire :
*1* — distribuitor; *2* — țevi cu aripioare; *3* — colector; *4* — rama bateriei; *5, 6* — flanșe de racord.

La instalația de stropire se poate trimite pe șantier cadrul din țeavă cu duzele montate și probate la presiunea de regim și bazinul de colectare a apei cu racordul de preaplin și cel de la coloana de scurgere montate și probate (fig. 156).

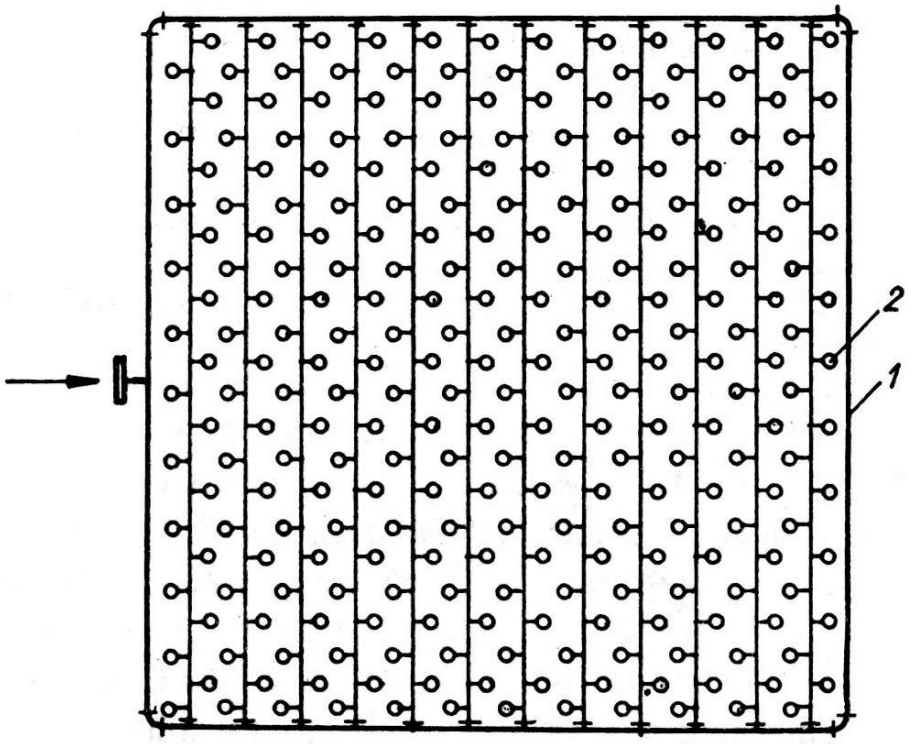



Fig. 156. Cadrul cu duze și pulverizatoare de apă :
*1* — cadrul din țeavă galvanizată; *2* — duze de pulverizare a apei.

Instalaţiile de transport pneumatic folosite în industria lemnului, a cărbunelui etc. se pot executa prin metoda prefabricării ţinînd cont că acest gen de instalaţii se execută cu tablă mai groasă (2—3 mm sau din ţevi.

Pentru ca **atelierul de prefabricare a instalaţiilor de ventilare şi condiţionare a aerului** să asigure executarea lucrărilor de calitate şi la timp cu un flux tehnologic raţional, **trebuie să fie dotat pe lîngă toate sculele şi dispozitivele specifice şi cu următoarele utilaje şi obiecte :** 1) *mese* de *îndreptat;* 2) *mese de lucru pe care se execută operaţia de trasare şi preasamblarea foilor de tablă şi a flanşelor pentru tubulatură;* 3) *foarfece-ghilotină;* 4) *presă de îndoit tablă;* 5) *maşină de decupat;* 6) *maşină de roluit;* 7) *maşină de sudat prin puncte;* 8) *maşini (prese) pentru găurit flanşele;* 9) *bancuri de .lucru cu menghine;* 10) *polizoare;* 11) *convertizoare de sudură;* 12) *maşină de roluit cornier pentru flanşe rotunde;* 13) *maşină de nervurat;* 14) *maşină de falţuit şi presat falţul etc.*

## 2. Tipuri de elemente prefabricate

Instalaţiile de ventilare şi condiţionare a aerului se pretează foarte bine de a se executa prin metoda prefabricării, deoarece în cadrul acestor lucrări volumul cel mai mare de muncă îl reprezintă confecţionarea canalelor (tubulaturii), a pieselor speciale, a diferitelor dispozitive care intră în componenţa lucrărilor, precum şi a elementelor de susţinere, atît pentru tubulatură, cît şi pentru aparataje.

**Elementele componente ale unei instalaţii de ventilare şi condiţionare a aerului care se pot prefabrica sînt :**

1) *Canalele de ventilare drepte, indiferent de forma secţiunii acestora*
2) *Piesele speciale de orice formă şi mărime*
3) *Gurile de aspiraţie, gurile de refulare, ramele cu jaluzele fixe sau mobile, deflectoarele, şubărele, duşurile de aer etc.*
4) *Piesele necesare procesului de umidificare, separatoarele de picături, cadrele cu duze de stropire*
5) *Consolele, diferitele platforme pentru aparate şi agregate*

**Metoda de prefabricare se poate aplica chiar la realizarea unor subansambluri complexe :** 1) *piese speciale racordate la tubulatură;* 2) *guri de refulare sau aspiraţie montate la tubulatura de ventilare;* 3) *difuzoare;* 4) *confuzoare racordate la baterii de încălzire sau la ventilatoare* etc., cu condiţia ca aceste subansambluri să aibe greutăţi şi gabarite convenabile pentru a fi posibilă transportarea lor de la atelier la locul de montaj în condiţii bune. De asemenea trebuie să se ţină seamă de posibilităţile de montaj pe şantier prin mijloace şi metode obişnuite.

CAPITOLUL VII

# INSTALAȚII SPECIALE (LUCRĂRI INDUSTRIALE)

## 1. Instalații de eliminare a gazelor, vaporilor și fumului

Eliminarea nocivităților sub formă de gaze, vapori și fum se realizează de obicei prin sisteme de ventilare locală mecanică, de aspirație.

Ventilarea naturală este folosită pentru eliminarea gazelor, vaporilor și fumului numai în încăperile cu degajări de căldură în care deplasarea aerului se realizează evacuînd în același timp și substanțele nocive.

Instalațiile de ventilare mecanică alcătuite din tubulatură și agregatele necesare creării condițiilor optime de lucru muncitorilor dintr-o încăpere, hale, laborator, bucătării etc. se execută folosindu-se tehnologiile descrise la capitolele anterioare (fig. 157).

La executarea lucrărilor de montaj trebuie să se acorde o mare atenție fixării tubulaturii pe console, ferme metalice, stelaje, ancoraje etc. pentru asigurarea unei funcționalități corespunzătoare.

Sistemele de eliminare a gazelor și fumului prezintă în practică o varietate tot atît de mare ca aceea a proceselor tehnologice pe care trebuie să le deservească.

La băile industriale se folosesc sisteme de aspirație unilaterală, bilaterală sau prin curenți concentrați (fig. 158) în funcție de condițiile locale stabilite de proiectant.

Metoda de ventilare prin curenți concentrați de aer reprezintă soluția cea mai bună.

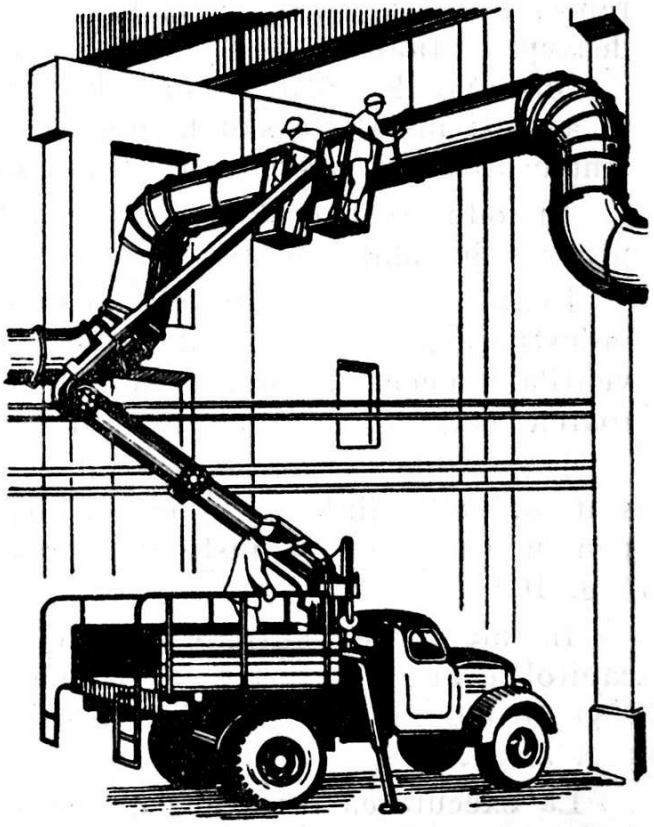


Fig. 157. Montarea tubulaturii de ventilare într-o hală industrială.

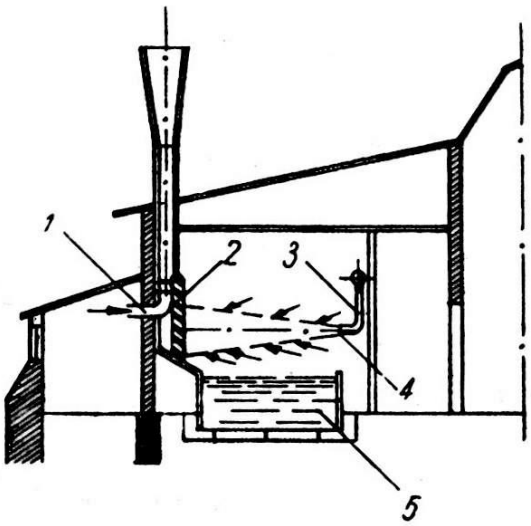



Fig. 158. Ventilarea locală a unei băi industriale prin curenți concentrați de aer :

*1* — ejector; *2* — deschidere de aspirație; *3* — conductă de refulare; *4* — duză de refulare; *5* — baie.

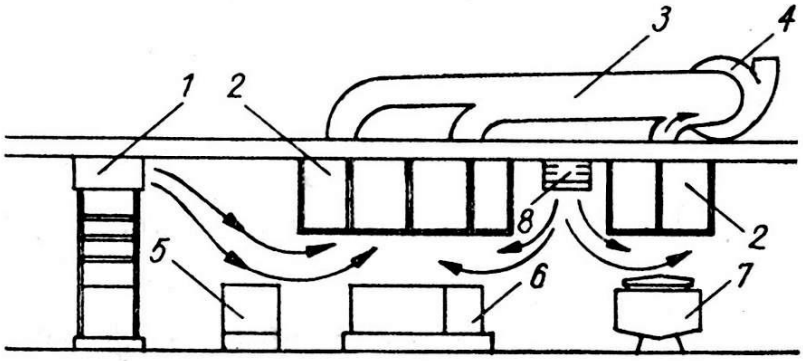



Fig. 159. Sisteme de ventilare a unei bucătării cu aspirație locală prin hote și introducerea generală a aerului proaspăt :

*1* — conductă de aer proaspăt cu guri de refulare producînd jeturi orizontale; *2* — hotă; *3* — conductă de aspirație; *4* — ventilator; *5* — masă; *6* — mașină de gătit; *7* — marmită; *8* — anemostat.

De asemenea, aspirația aerului viciat din bucătăriile mari de la restaurante, hoteluri, spitale etc. se face de obicei local, prin hote montate deasupra utilajelor.

Mașinile de gătit și marmitele pot fi prevăzute cu hote racordate la aceeași instalație sau la instalații diferite de ventilare în funcție de amplasarea lor în spațiul bucătăriei (fig. 159 și 160).

Introducerea aerului proaspăt pentru înlocuirea celui viciat se face printr-o instalație de ventilare generală, aceasta fiind o soluție uzuală.

Pentru eliminarea fumului și gazelor arse care scapă de la cuptoarele industriale se montează deasupra acestora cîte o hotă racordată la o ventilare mecanică. Montarea hotelor este obligatorie pentru toate cuptoarele care lucrează cu focarul în suprapresiune (fig. 161).

Instalațiile de ventilare a laboratoarelor cu diferite procese chimice, sînt alcătuite dintr-un număr de instalații de aspirație deservind nișele pentru laborator și instalațiile pentru introducerea aerului proaspăt (fig. 162).

Instalația de ventilare se execută folosind tehnologiile descrise în capitolele anterioare, iar ca element deosebit al acestor instalații apare nișa de laborator (fig. 162), care se execută conform detaliilor date de proiectant.

La executarea lucrărilor de sudură în atelier (electrică sau oxiacetilenică) rezultînd o cantitate de gaze ce periclitează sănătatea muncitorului se impune eliminarea fumului și a gazelor. Sudarea pieselor mici

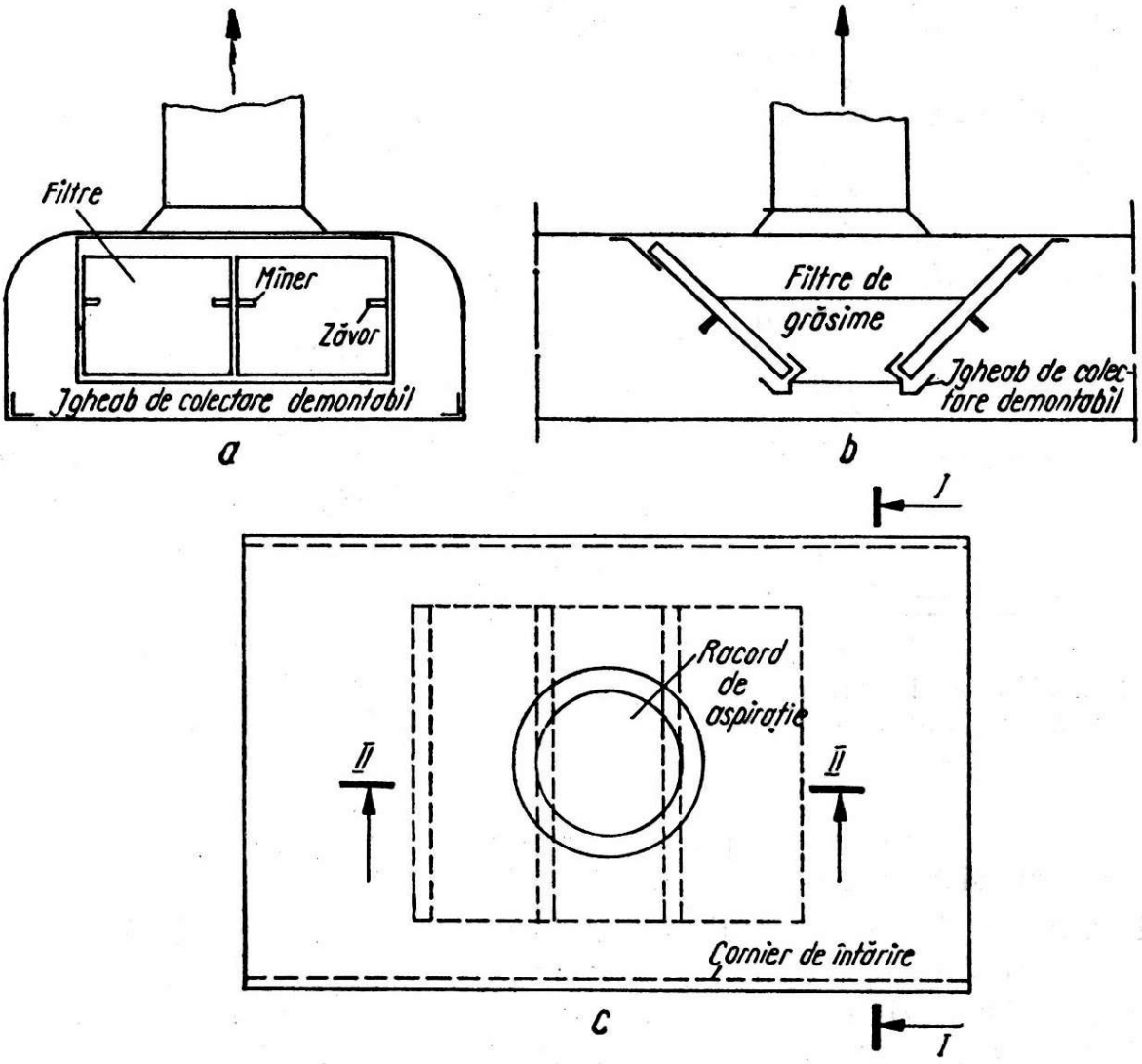



Fig. 160. Hotă de bucătărie montată în mijlocul încăperii :
*a* — secțiunea *I—I*; *b* — secțiunea *II—II*; *c* — vedere în plan.

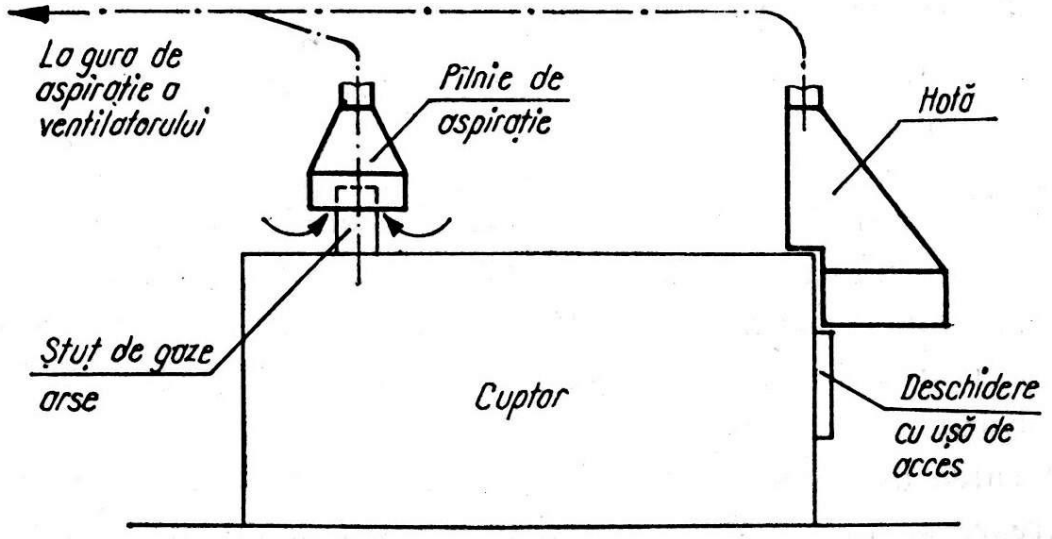



Fig. 161. Ventilare locală combinată cu evacuarea gazelor arse la un cuptor industrial.

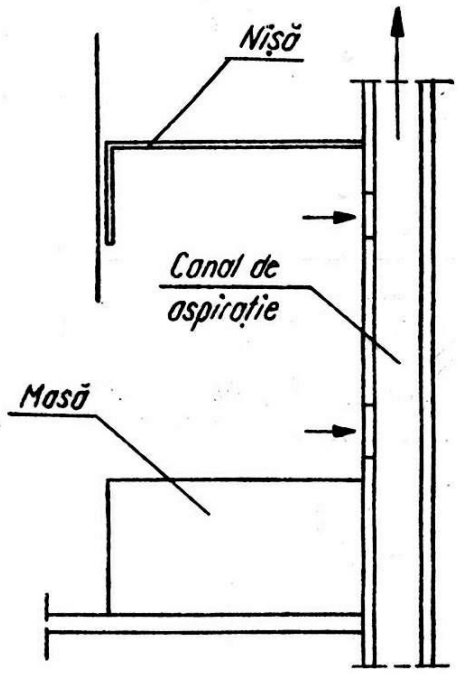



Fig. 162. Nișă de laborator racordată la un canal de aspirație înzidit.

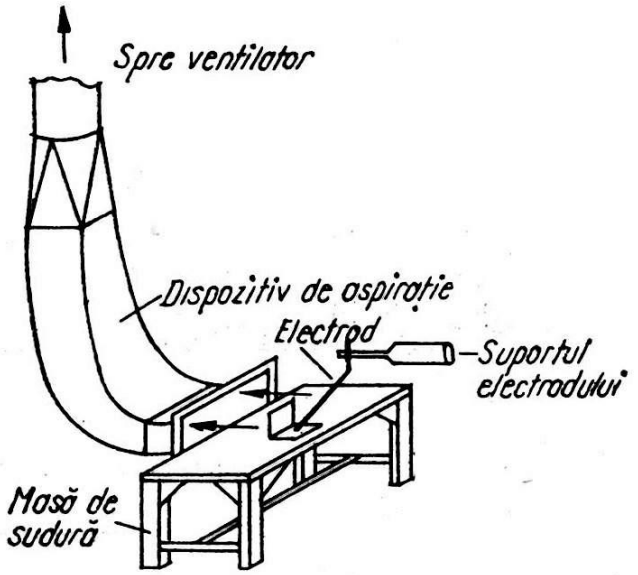



Fig. 163. Dispozitiv cu fantă de aspirație la o masă de sudură.

se execută la mese, iar a pieselor mijlocii în boxe care trebuie să aibe asigurat un sistem de ventilare (fig. 163).

În funcție de forma și dimensiunile pieselor care trebuie sudate, precum și de natura operațiilor care apar în procesul tehnologic la punctele de sudură, dispozitivele se pot racorda la o rețea comună de aspirație. Soluțiile optime sînt stabilite de tehnologi care împreună cu proiectanții întocmesc proiectul cu detaliile de execuție.

## 2. Instalații de desprăfuire

Degajările de praf se produc la surse foarte variate în funcție de produsele unei întreprinderi și de procesul tehnologic de fabricație folosit.

Praful provoacă o serie de boli profesionale pe de o parte, iar pe de altă parte pătrunde între piesele mașinilor grăbind uzura acestora. Există pulberi bune conducătoare de electricitate care pătrund între contactele electrice ale aparatelor de comandă și control, și care pot produce scurtcircuite și avarii (de exemplu : praful de cărbune și negrul de fum).

În fabricile de ciment, de produse textile, la concasarea, măcinarea și amestecarea diverselor materiale, etc. sînt spații de lucru unde muncitorii lucrează și unde trebuie să existe o permanentă preocupare pentru grija față de om, existînd obligația de a se executa instalații de ventilare

care să capteze praful şi să asigure condiţii corespunzătoare de lucru muncitorilor.

Singura metodă de desprăfuire a prafului degajat constă în captarea de la sursă, la punctele de lucru unde se produce praful. Această captare se poate asigura prin mijloace de ventilare locală, iar degajarea să se producă în interiorul unei carcase.

Varietatea mare de dispozitive de captare apare datorită formelor diferite ale maşinilor, de felul degajării prafului, de viteza de deplasare a materialului, de direcţia de aruncare a prafului etc.

În figura 164 se arată modul de desprăfuire a unui tambur de curăţire cu funcţionare periodică. Pentru a se evita scăpările de praf în exterior şi pentru a se putea evacua din tambur praful fin, este necesar să se creeze un curent de aer în lungul tamburului.

Figura 165 indică desprăfuirea prin ventilare a unei camere de sablare unde manevrarea pistolului de sablare se realizează din exterior.

Figura 166 reprezintă modul de desprăfuire prin carcasă a unui punct de cădere a materialului de pe o bandă transportoare pe alta.

Instalaţiile de desprăfuire trebuie să asigure curăţirea de praf a aerului vehiculat înainte de a fi evacuat în atmosferă. Această operaţie se poate realiza prin aparate denumite separatoare de praf. În construcţia diferitelor tipuri cunoscute de separatoare de praf s-au avut în vedere mai multe criterii, cum ar fi natura prafului, forma şi dimensiunile particulelor de praf, gradul de desprăfuire realizat, metoda de separare folosită etc.

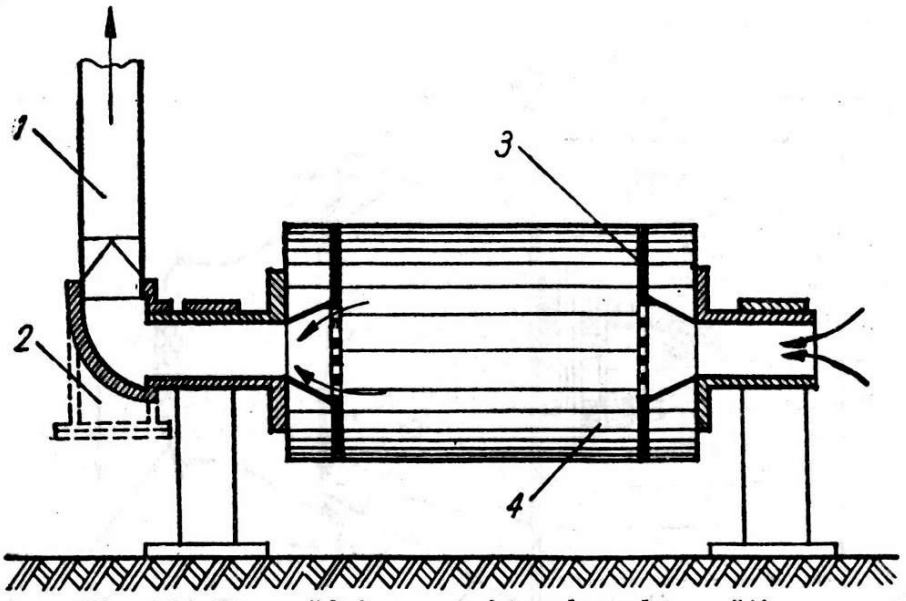



Fig. 164. Desprăfuirea unui tambur de curăţire :
1 — racord de aspiraţie; 2 — depozit pentru separarea particulelor mari; 3 — plăci găurite pentru repartizarea uniformă a aerului; 4 — tambur de curăţire.

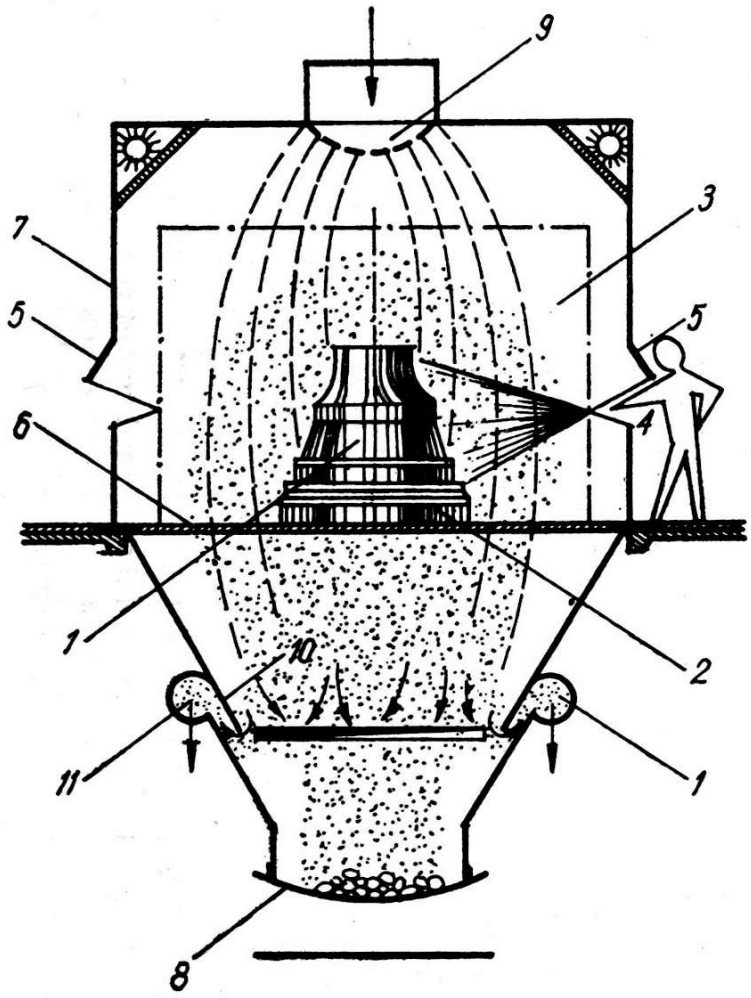



Fig. 165. Desprăfuirea prin ventilare a unei camere de sablare :

*1* — piesă de prelucrat; *2* — masă rotativă sau cărucior; *3* — uşă; *4* — fante prin care se manevrează pistolul de sablat sau în care se fixează mănuşele; *5* — fereastră pentru observaţie; *6* — grătar; *7* — cameră de sablare; *8* — bandă transportoare; *9* — intrarea aerului; *10* — fante de aspiraţie; *11* — conducte de aspiraţie.

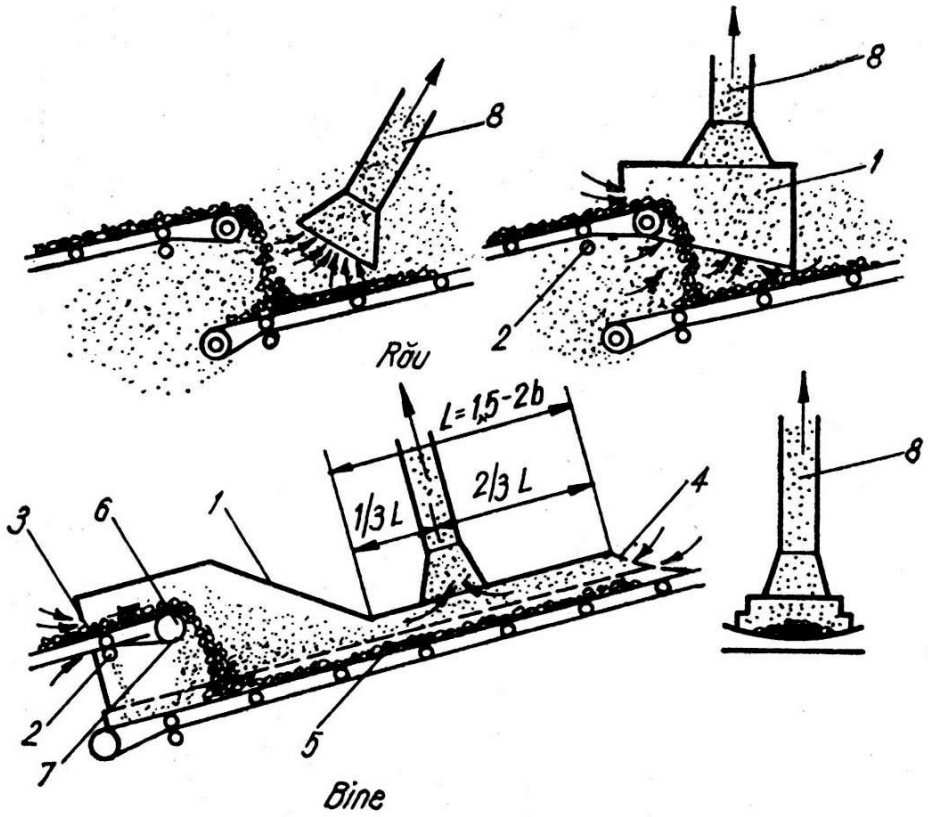



Fig. 166. Desprăfuirea prin carcasare şi ventilare a unui punct de vărsare a materialului de pe o bandă pe alta :

*1* — carcasă; *2* — pereche de role conducătoare; *3*, *4* — şorturi; *5* — foi de cauciuc; *6* — rolă pentru schimbarea direcţiei; *7* — perie sau cuţit; *8* — racord de aspiraţie.

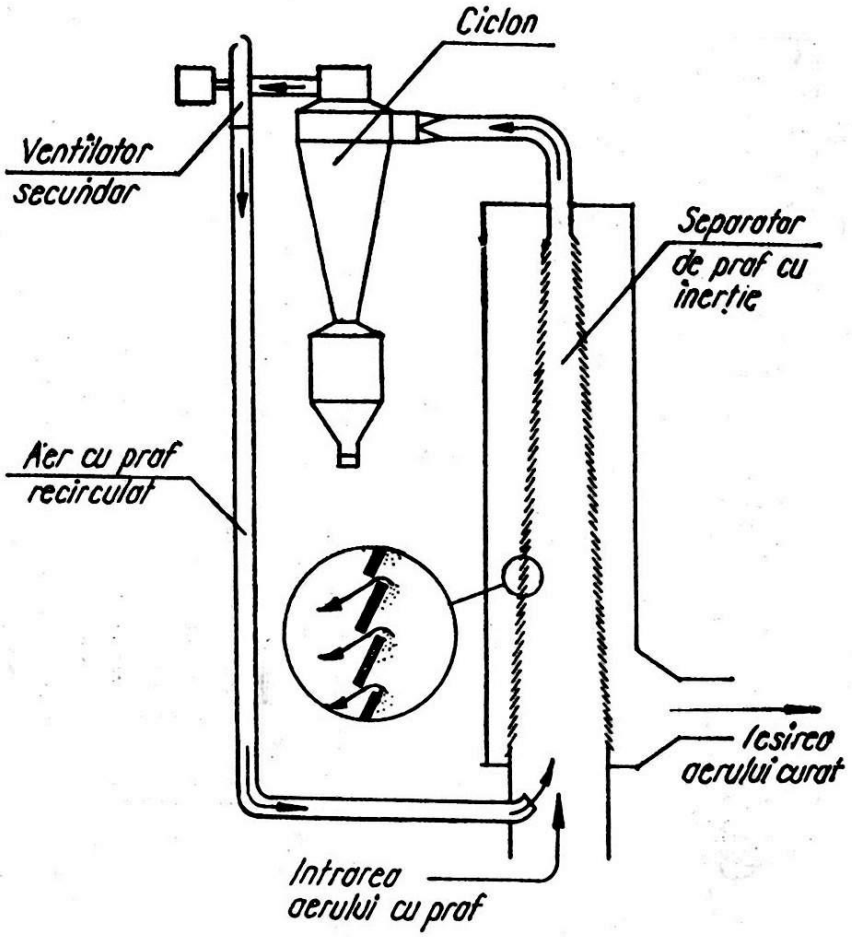



Fig. 167. Scheme de funcționare a unui separator de praf cu inerție prevăzut cu jaluzele.

Tipurile de aparate de separare a prafului diferă și în funcție de criteriul de separare folosit.

Fiecare metodă de separare se bazează pe acțiunea unei forțe care scoate particulele de praf din curentul de aer care le antrenează și în funcție de acțiunea acestor forțe, **separatoarele de praf sînt de mai multe tipuri :** 1) *camere de depunere ;* 2) *cicloane ;* 3) *rotocloane ;* 4) *separatoare prin inerție ;* 5) *filtre industriale ;* 6) *scrubere ;* 7) *filtre electrice, separatoare cu ultrasunete și precipitatoare termice* (fig. 167) etc.

În industrie cicloanele reprezintă categoria de separatoare de praf cu cea mai largă utilizare. Aceste aparate sînt cele mai frecvent folosite deoarece au un cost scăzut, construcție simplă, exploatare ușoară și nu ocupă spațiu prea mare. În figura 168 se prezintă curenții spirali din ciclon care asigură separarea prafului.

Filtrele industriale sînt utilizate pentru separarea particulelor fine de praf, cele mai răspîndite fiind filtrele cu saci (fig. 169) cu panouri și jet invers. Sînt alcătuite dintr-un număr de saci din material textil, montați în interiorul filtrului (carcasă) sau într-o încăpere liberă. Aerul cu praf

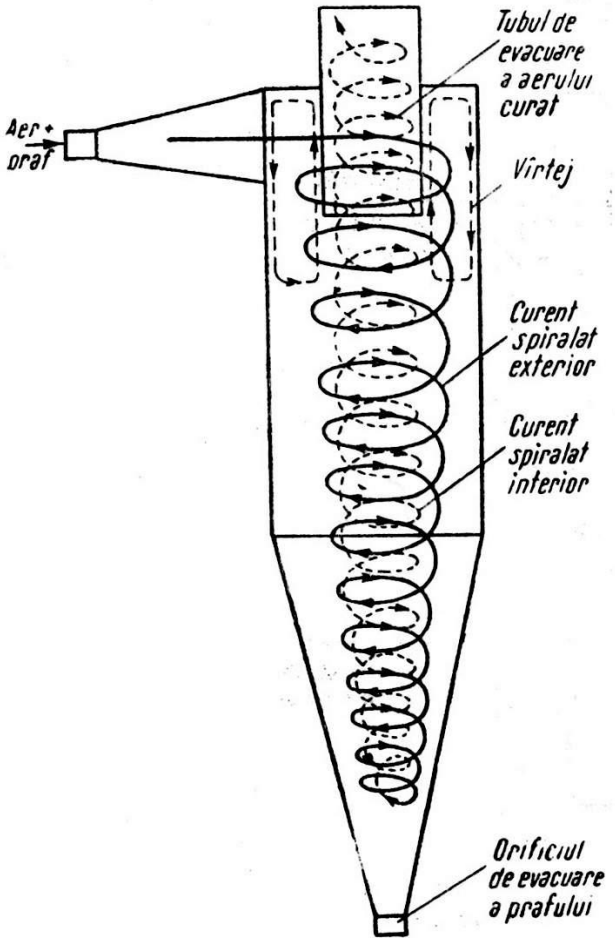



Fig. 168. Curenţi spirali într-un ciclon.

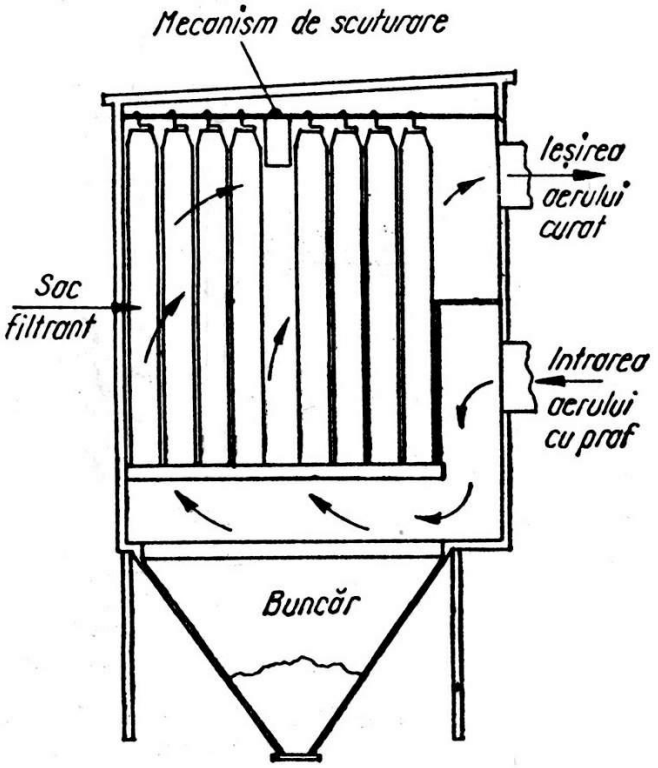



Fig. 169. Filtru cu saci.

intră în saci, praful fiind reţinut pe suprafaţa interioară a acestora, iar aerul filtrat este evacuat în atmosferă.

La executarea lucrărilor de montaj a tubulaturii şi aparatajelor aferente, trebuie să se asigure utilajele necesare montării (macarale, trolii, vinciuri, platforme telescopice etc.) şi o supraveghere permanentă a muncitorilor care lucrează la montaj. De asemenea este necesar să se urmărească îndeaproape instruirea muncitorilor cu privire la respectarea normelor de tehnica securităţii muncii.

### 3. Instalaţii de transport pneumatic

Transportul pneumatic poate fi realizat într-o mare unitate fiind în funcţie de liniile tehnologice pe care le deserveşte. Aceste instalaţii se folosesc la transportul prin tubulatură a cimentului, tocătură de lemn, borhotul la fabricile de zahăr etc.

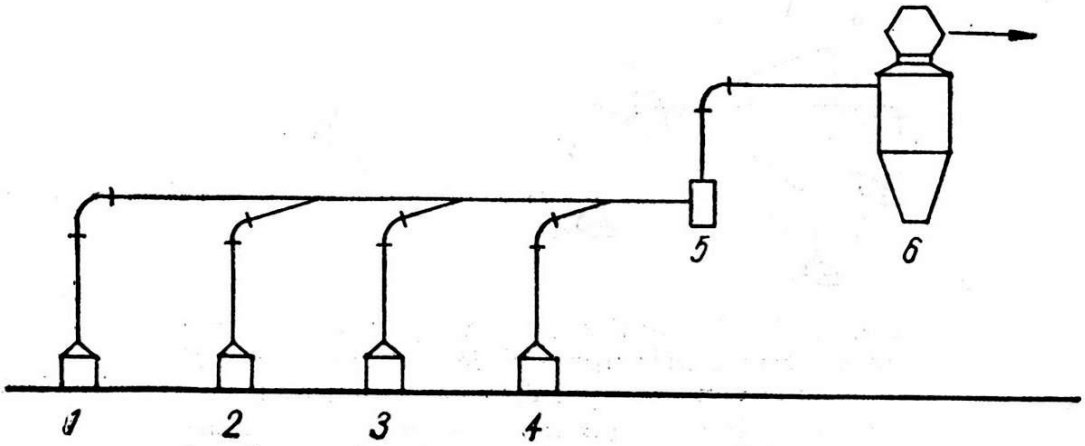
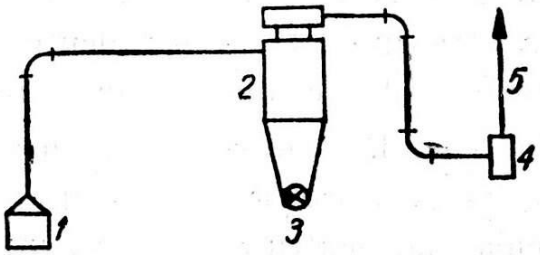



Fig. 170. Instalaţie arborescentă de transport direct :
*1, 2, 3, 4* — utilaje cu dispozitiv de captare; *5* — ventilator; *6* — ciclon.

Fig. 171. Instalaţie de transport indirect :
*1* — utilaje cu dispozitiv de captare; *2* — ciclon; *3* — obturator cu palete acţionat de un electromotor cu reductor de turaţie; *4* — ventilator; *5* — conductă de refulare în atmosferă.



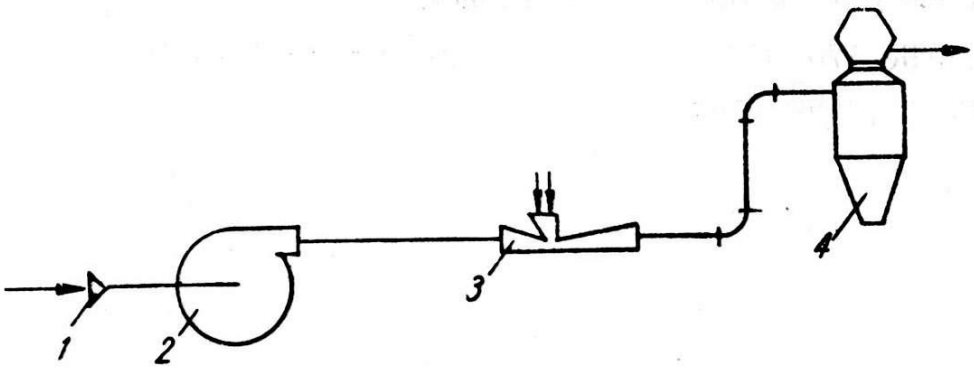




Fig. 172. Instalaţie de transport indirect :
*1* — priză de aer; *2* — ventilator; *3* — ejector; *4* — ciclon.

Utilajele specifice acestor instalaţii de transport pneumatic sînt: ventilatoare, compresoare, cicloane şi filtre.

Instalaţia de transport pneumatic cuprinde în ordinea fluxului tehnologic de regulă surse de aer comprimat conducte de transport, iar în funcţie de materialul pe care îl vehiculează mai poate cuprinde şi alte elemente ca : ejector, siloz, ciclon, filtru, dispozitive de captare etc.

Instalaţiile de transport pneumatic sînt folosite şi în întreprinderi hoteliere pentru transportul rufelor murdare, în întreprinderi poligrafice

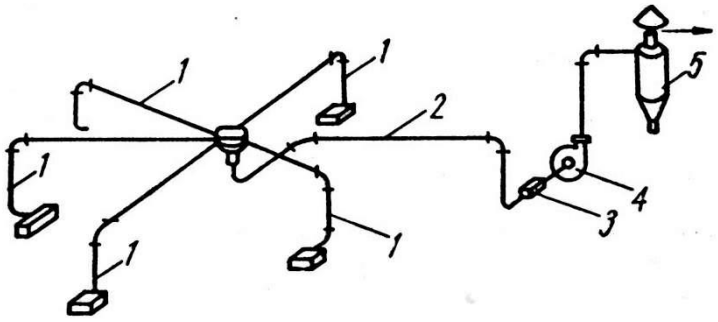



Fig. 173. Instalaţie de transport pneumatic cu conducta principală de secţiune constantă şi cameră de egalizarea presiunilor :
1 — aspiraţie de laî maşini; 2 — conductă principală; 3 — separator de aşchii; 4 — ventilator; 5 — ciclon.

pentru transportul manuscriselor, în unităţi poştale sau alte întreprinderi pentru transportul corespondenţei (poştă pneumatică) situaţie în care se execută din conducte din material plastic.

În general, la acest gen de instalaţii trebuie acordată o mare atenţie lucrărilor de execuţie şi montaj în sensul că nu au voie să piardă aerul vehiculat, iar pentru ca să se asigure un transport optim trebuie respectate razele de curbură stabilite prin proiect.

În figurile 170, 171, 172 şi 173 se prezintă cîteva tipuri de instalaţii de transport pneumatic.

CAPITOLUL VIII

# REGLAREA ŞI PUNEREA ÎN FUNCŢIUNE A INSTALAŢIILOR DE VENTILARE ŞI CONDIŢIONARE A AERULUI

## A. INDICAŢII GENERALE

Reglajul şi punerea în funcţiune a instalaţiilor de ventilare şi condiţionare reprezintă ultima activitate din ciclul de concepere, proiectare, confecţie şi montaj. Neacordarea atenţiei cuvenite acestor operaţii poate duce la o funcţionare defectuoasă a instalaţiei şi deci poate compromite munca depusă în fazele precedente.

Orice instalaţie de ventilare sau de condiţionare are un scop anume, bine determinat prin proiect fie de realizare a unui microclimat de confort, igienico-sanitar sau impus de cerinţele procesului tehnologic în una sau mai multe încăperi, fie de a asigura o ventilare locală a unui spaţiu de muncă. Măsurătorile şi reglajul unei instalaţii au rolul de a verifica şi a aduce instalaţia la capacitatea de a realiza scopul pentru care a fost proiectată şi executată.

Prescripţiile tehnice oficiale în Republica Socialistă România după care se execută aceste operaţii sînt prevăzute în Normativul C.S.C.A.S. I. 5-62, ele trasînd cadrul general, cu caracter obligatoriu, de efectuare a încercării, reglării şi recepţionării instalaţiilor de ventilare mecanică şi de condiţionare.

Operaţiile de punere în funcţiune şi de reglaj se fac în una sau mai multe etape putîndu-se începe în clipa în care montajul general este executat şi terminîndu-se după executarea tuturor celorlalte lucrări conexe (construcţii, instalaţii electrice, automatizare, încălziri, sanitare etc.). Se recomandă începerea acestor operaţii cît mai devreme posibil deoarece de obicei unele trasee de canale şi chiar unele clapete vor rămîne în final închise în elementele de construcţii, accesul la acestea devenind foarte greu şi costisitor la terminarea lucrărilor. La instalaţiile de condiţionare etapele de efectuare a reglajului se vor continua după recepţia preliminară a lucrării urmărindu-se realizarea parametrilor proiectaţi, atît la funcţionarea în timpul verii, la funcţionarea în perioada de iarnă, cît şi în perioadele de tranzit între vară şi iarnă. Reglajul unei instalaţii

nu poate fi considerat încheiat decît după parcurgerea tuturor acestor etape. Este de dorit ca la reglaj să participe, în afara executantului, proiectantul şi beneficiarul de dotaţie al instalaţiei, în acest fel asigurîndu-se realizarea unei funcţionalităţi optime. Pentru instalaţii foarte complexe sau cu un caracter special, este recomandabil a se apela la unităţi de pură specialitate (de exemplu INCERC-Bucureşti) care sînt dotate cu aparate de măsură şi control adecvate. În acest sens proiectantul trebuie să prevadă în documentaţia economică costurile necesare.

### B. PUNEREA ÎN FUNCŢIUNE A INSTALAŢIILOR

Înainte de punerea în funcţiune propriu-zisă instalaţia trebuie verificată şi pregătită.

**În acest scop se vor efectua următoarele verificări :**

1) *Calitatea execuţiei (confecţii şi montaj) a tuturor elementelor componente ale instalaţiei*
2) *Starea canalelor de aer care au suferit poate turtiri sau înfundări în urma lucrărilor de finisaj de construcţii.* Această operaţie trebuie urmărită cu atenţie chiar în timpul desfăşurării lucrărilor, încheindu-se cu reprezentantul beneficiarului procese-verbale de lucrări ascunse pentru traseele care se închid definitiv.
3) *Starea îmbinărilor şi în special continuitatea garniturilor de carton la colţurile flanşelor şi existenţa tuturor şuruburilor, precum şi strîngerea lor.* Se va urmări de asemenea dacă toate elementele din metal laminat sînt vopsite cu miniu de plumb (cu excepţia bineînţeles a tablei zincate)
4) *Fixarea canalelor de elementele de construcţii, precum şi fixarea corectă a aparatelor de măsură şi control sau a sesizărilor acestora.* Se va verifica de asemenea calitatea montajului ventilatoarelor şi a celorlalte aparataje (filtre, baterii, jaluzele, calapete etc.).
5) *Starea tuturor aparatelor şi dispozitivelor şi concordanţa caracteristicilor acestora cu cele prevăzute în proiect*

Toate aceste controale se vor face cu planurile proiectului de execuţie pentru a se constata dacă acestea au fost respectate întocmai.

**După aceste operaţii prealabile se poate trece la punerea în funcţiune propriu-zisă.** Aceasta se execută de regulă de către ventilatorişti împreună cu electricienii care au efectuat legarea electrică a aparatajelor de ventilare şi automatizare. **Se vor parcurge următoarele etape :**

1) *Se demontează celulele filtrante ale filtrelor generale.* **Această operaţie se face urmărindu-se un dublu scop :**

a) *Înlăturîndu-se această rezistenţă importantă din calea aerului se vor obţine viteze mai mari decît cele nominale realizîndu-se în acest fel o desprăfuire a tubulaturii*
b) *Se protejează celulele filtrante de praful inerent existent în canale provenit din depunerile procesului de execuţie al lucrărilor de construcţii*

2) *Se controlează poziţiile clapetelor de închidere şi reglaj cu foarte mare atenţie deoarece adeseori poziţia manetei acestora nu corespunde cu poziţia clapetelor propriu-zise din interior.* Acolo unde există dubii se vor crea în apropierea clapetelor *capace de tipul „punctelor de măsură" pe canale,* prin intermediul cărora se va verifica cu o lanternă poziţia clapetelor. Acestea trebuie aşezate în poziţia „*Deschis*" pentru a permite trecerea unui debit maxim de aer. La instalaţiile care au canale şi deci clapete de recirculare parţială a aerului, acestea vor fi aşezate într-o asemenea poziţie încît să se asigure circularea (sau recircularea) unui debit maxim de aer.

3) *Se va verifica cu mîna (respectîndu-se normele de tehnica securităţii muncii) dacă rotirea rotoarelor ventilatoarelor se face uşor şi dacă nu se aud atingeri în interiorul ventilatorului.* La ventilatoarele cuplate prin curele această operaţie se execută cu curelele demontate. Împreună cu electricienii se execută o primă pornire a ventilatoarelor **urmărindu-se cu atenţie dacă sensul de rotaţie al motorului şi deci al rotorului este cel corect şi anume :**

a) *Pentru ventilatoarele centrifuge sensul de rotaţie trebuie să fie astfel încît să urmărească sensul de creştere al melcului carcasei ventilatorului*
b) *Pentru ventilatoarele axiale sensul de rotaţie trebuie să fie indicat pe carcasă.* Încazul în care din anumite motive această indicaţie nu mai există, se merge la gura de introducere sau evacuare cea mai apropiată şi cu puţin fum de ţigară lansat în dreptul gurii se poate constata dacă ventilatorul funcţionează normal

4) *După pornirea ventilatoarelor se supraveghează o perioadă de timp funcţionarea acestora.* Se va urmări circa 2—3 h ca încălzirea motoarelor de acţionare să nu depăşească temperatura admisibilă. Această verificare se poate face (în lipsa unui termometru de contact) cu mîna, ţinînd cont că temperatura maximă de încălzire admisă la motoarele uzual fabricate în ţara noastră este de circa 60 °C, temperatură care coincide cu capacitatea senzorială a mîinii umane. În această perioadă se ascultă cu atenţie şi se depistează eventuala existenţă a unor zgomote anormale în ventilatoare, la lagăre sau pe trasee, oprindu-se funcţionarea la constatarea acestora, trecîndu-se la eliminarea lor imediată.

5) *Dacă instalaţia are prevăzute baterii de încălzire sau răcire a aerului şi punerea în funcţiune se face iarna la temperaturi exterioare sub 0 °C,* înaintea pornirii se va verifica împreună cu muncitorii caloriferişti circulaţia apei calde în bateriile de încălzire la parametrii necesari, precum şi golirea completă a bateriilor de răcire pentru a se elimina astfel orice posibilitate de îngheţ a acestora. Dacă este posibil, se recomandă a nu se pune în funcţiune prima oară o instalaţie de ventilare sau de aer condiţionat la temperaturi exterioare sub 0 °C.

6) *Dacă instalaţia este prevăzută cu instalaţii de umidificare cu apă* aceasta nu se porneşte odată cu prima pornire a ventilatoarelor, ci după terminarea operaţiilor enumerate mai înainte.

7) *Dacă instalaţia este prevăzută cu ampermetre şi voltmetre montate pe tabloul electric sau pe pupitrul de comandă,* este necesar a se citi valoarea curentului (amperajului) şi a tensiunii (voltajului) indicate de acestea, valori care trebuie să fie egale sau mai mici decît cele indicate în proiect pentru amperaj şi egale (tensiunea nominală) pentru voltaj. Este recomandabil ca aceste încercări să se facă pe instalaţia definitivă de alimentare cu energie electrică şi nu pe legături provizorii la tablouri de organizare de şantier, deoarece acestea au în general o tensiune sub cea necesară.

8) *După executarea acestor operaţii se va trece la verificarea, în funcţiune a traseului tubulaturii, urmărindu-se :*

a) *Dacă la pereţii cu suprafeţe mai mari se constată flotări sau vibraţii ale acestora se opreşte funcţionarea şi se montează rigidizări longitudinale sau diagonale*

b) *Se loveşte uşor cu ciocanul din lemn pereţii accesibili ai tubulaturii ajutînd în acest fel la desprinderea prafului depus pe canale*

c) *Se verifică fiecare clapă executîndu-se cel puţin cîte o manevră completă a acestora (deschis-închis-deschis) pentru a se crea variaţii ale debitului de aer.* Acelaşi lucru se face şi la gurile de introducere sau evacuare care sînt dotate cu jaluzele reglabile simultan sau independent. După acţionare acestea se lasă în poziţia *„complet deschis"*

9) *Se verifică existenţa unor trepidaţii peste cele admisibile ale ventilatoarelor sau pompelor aferente (cum ar fi pompele de umidificare), constatîndu-se astfel dacă acestea au fost corect montate.*

După efectuarea acestor operaţii instalaţia se lasă în funcţiune o perioadă de minimum 72 h organizîndu-se o supraveghere continuă a acesteia cu personal instruit pentru eventualele intervenţii.

**La terminarea perioadei de reglaj se mai verifică încă odată gradul de încălzire a motoarelor şi a lagărelor astfel încît temperatura să se găsească în limite admisibile.**

Indicaţiile enumerate mai înainte cuprind cele necesare punerii în funcţiune a instalaţiilor de ventilare şi condiţionare în general. Ele trebuie să fie cunoscute şi deci aplicate de executantul instalaţiei.

Pentru instalații cu caracter special, proiectantul trebuie să prevadă în proiect sau să comunice în timp util executantului condițiile speciale de punere în funcțiune a instalației. Acestea pot fi comunicate separat sau, preferabil, atașate la „Instrucțiunile de funcționare și exploatare" a instalației, element ce nu trebuie să lipsească în vederea unei bune reglări și exploatări.

## C. MĂSURAREA ȘI REGLAREA INSTALAȚIILOR DE VENTILARE MECANICĂ ȘI CONDIȚIONARE A AERULUI

**Măsurarea unei instalații se face cu un dublu scop :** *în vederea reglării instalațiilor propriu-zise ;* 2) *în vederea realizării parametrilor proiectați în spațiile deservite de aceste instalații.*

**În funcție de elementul măsurat se efectuează următoarele categorii de măsurători :**

1) *Măsurarea parametrilor aerodinamici*
2) *Măsurarea parametrilor mecanici*
3) *Măsurarea parametrilor electrici și electronici*
4) *Măsurarea eficienței instalației*

### 1. Măsurarea și reglarea parametrilor aerodinamici

Această grupă se referă la măsurarea parametrilor caracteristici aerului, legați direct de preparaea acestuia în centrale de ventilare și în ceea ce privește transportul acestuia pînă în spațiile către care este destinat.

a. **Debitul de aer pe canale.** Debitul reprezintă volumul de aer care trece într-o unitate de timp printr-o anumită secțiune (sau suprafață sau gură). În mod obișnuit el se exprimă în metri cubi (volumul) pe oră (unitatea de timp). El se calculează în felul următor :

$$V = 3\,600\ W S \qquad [m^3/h],$$

în care : $V$ este debitul de aer, în $m^3/h$ ;

$W$ — viteza aerului, în m/s ;

$S$ — secțiunea corespunzătoare vitezei $W$, în $m^2$.

Din formulă se vede că pentru a putea determina orice debit de aer este suficient a măsura viteza aerului într-o anumită secțiune pe care o calculăm ținînd cont de faptul că ea este secțiunea (suprafața) perpendiculară pe direcția de curgere a aerului.

**În general, canalele de ventilare au o secţiune dreptunghiulară sau o secţiune circulară a căror suprafaţă se obţine utilizînd următoarele formule :**

1) *În cazul secţiunii dreptunghiulare :*

$$S = ab \quad [m^2]$$

2) *În cazul secţiunii circulare :*

$$S = \frac{3{,}14D^2}{4} = 0{,}785\ D^2 \quad [m^2]$$

*a*, *b* şi *D* sînt date în figura 174 şi se introduc în calcule în metri. În cadrul unei astfel de secţiuni determinate se măsoară viteza aerului

Deoarece viteza aerului într-o anumită secţiune diferă de la un punct la altul, trebuie determinată o viteză medie a secţiunii. Viteza medie într-o primă aproximaţie se determină făcîndu-se media aritmetică a vitezelor măsurate în mai multe puncte. Pentru canale de secţiune circulară, în figura 175 sînt arătate amplasările, pe un diametru al secţiunii, ale punctelor de măsură în funcţie de raza secţiunii. Măsurătorile se efectuează pe două diametre perpendiculare rezultînd 22 valori pentru măsurarea unui canal avînd $D \leqslant 400$ mm şi 42 valori pentru un canal avînd $D > 400$ mm. În scopul efectuării acestor măsurători se prevăd pe circumferinţa canalului ştuţuri cu dop avînd un diametru suficient de mare pentru a permite introducerea şi manevrarea sondei aparatului

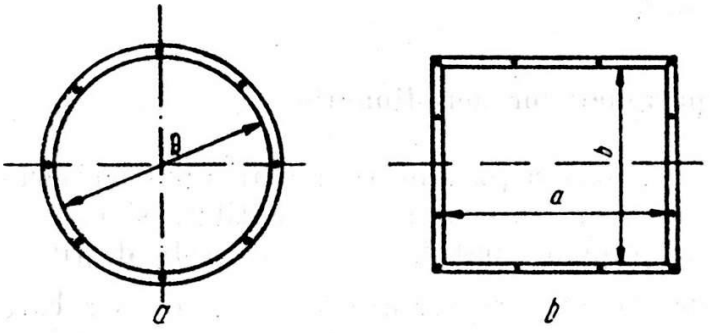



Fig. 174. Dimensiunile caracteristice ale secţiunilor canalelor de aer :
*a* — secţiunea circulară; *b* — secţiunea dreptunghiulară.

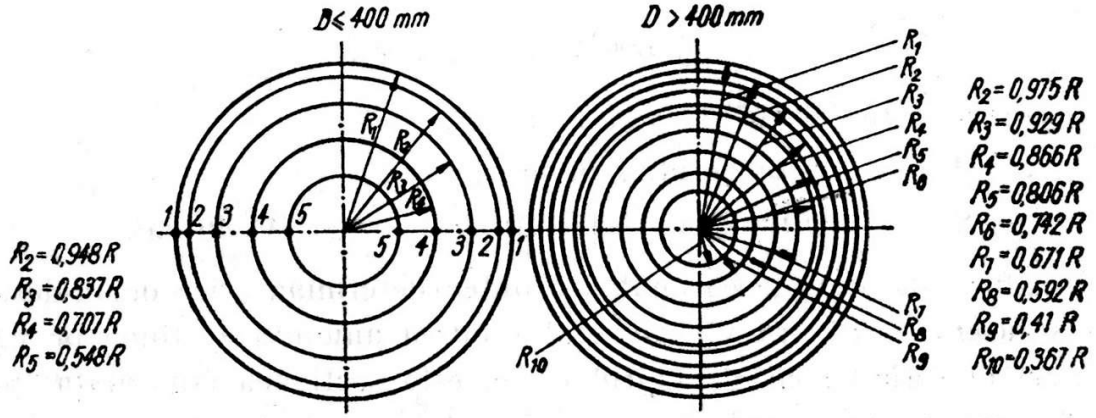



Fig. 175. Aşezarea punctelor de măsură a vitezei la canale circulare.

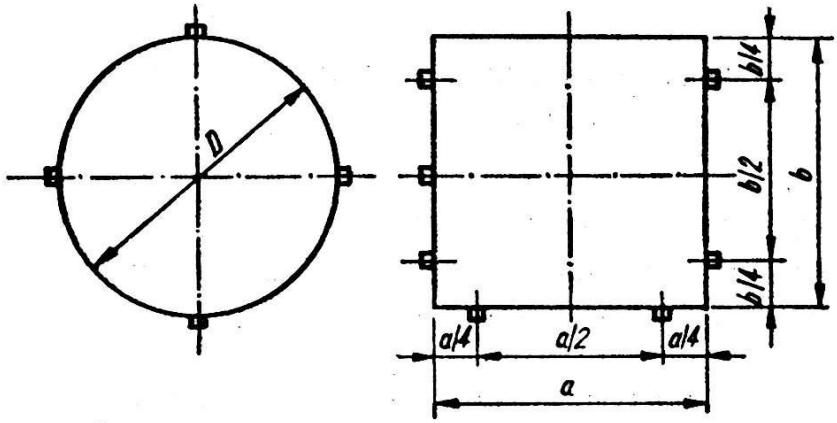



Fig. 176. Amplasarea ştuţurilor pentru sonda de măsurat la canale circulare şi la canale dreptunghiulare avînd latura maximă $\leq$ 400 mm.

de măsură. Amplasarea lor este arătată în figura 176 pentru canale circulare şi pentru canale dreptunghiulare avînd latura maximă mai mică de 400 mm. Pentru canale dreptunghiulare avînd o latură mai mare de 400 mm ştuţurile se aşează conform figurii 177 rezultînd o repartiţie cît mai uniformă a punctelor de măsură în secţiunea de măsurat. Valorile $p$, $m$ şi $n$ se determină astfel:

$p = 40 \ldots 100$ mm (se alege)

$$m = \frac{a-2p}{x}; \quad n = \frac{b-2p}{x}$$

$x$ se alege astfel încît $m$, $n \leqslant 150$ mm

**Această metodă este aplicabilă pentru măsurători pe canale şi poate fi efectuată cu orice aparat de măsură posesor al unei sonde. Dintre aceste aparate cele mai răpîndite sînt:** 1) *tubul Pitot;* 2) *velometrul;* 3) *anemotermul;* 4) *diafragmele;* 5) *ajutajele Venturi;* 6) *ajutajele calibrate.*

1) *Tubul Pitot* (fig. 178) este compus din sonda propriu-zisă care măsoară presiunea totală şi presiunea statică a fluidului care curge prin canal, legată la un micromanometru cu tub înclinat unde se citeşte direct presiunea dinamică $H_d$, în mm $H_2O$. Viteza în punctul măsurat se calculează cu formula:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot g}{\gamma} H_d} \qquad [\text{m/s}],$$

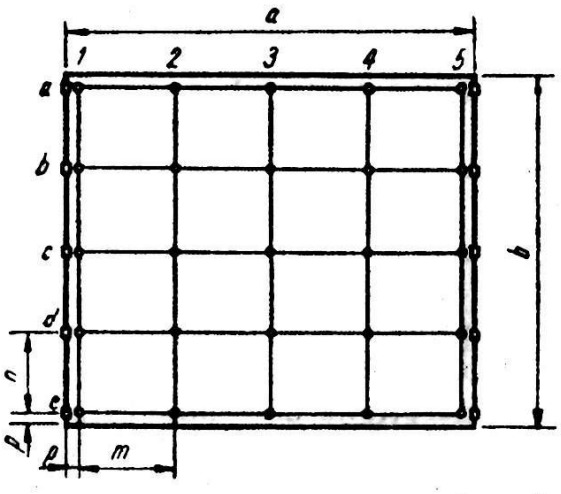



Fig. 177. Amplasarea punctelor de măsurat a vitezei la canale dreptunghiulare cu latura mare > 400 mm.

în care : $g=9{,}81$ m/s² este accelerația gravitației ;

$\gamma=0{,}464\frac{p}{273+t}$ [kgf/m³] — greutatea specifică a aerului la presiunea absolută $p$ și la temperatura $t$, în °C ;

$p=p_H+p_V$

$p_H$ este presiunea atmosferică, în mm Hg

$p_V$ — presiunea totală a ventilatorului, în mm Hg

2) *Velometrul* este format din sonda propriu-zisă și aparatul de citire al valorilor. Are două avantaje esențiale față de tubul Pitot : a) este mult mai ușor transportabil în diferite puncte ale instalației ; b) citirea vitezei se face direct pe cadranul aparatului fără a se mai efectua calculele arătate mai înainte. Are dezavantajul că este mai puțin precis decît tubul Pitot.

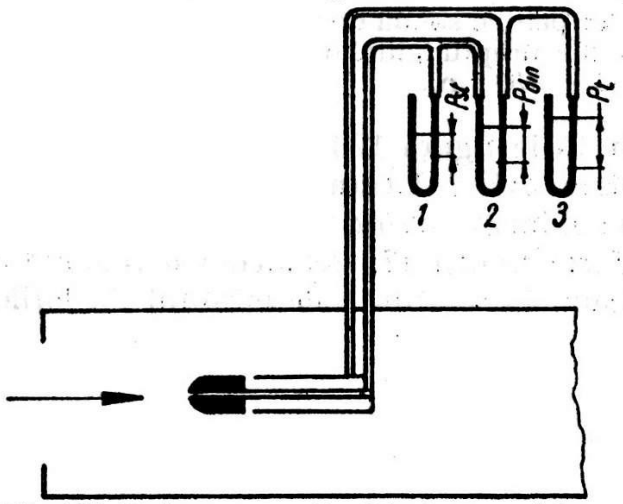



Fig. 178. Tub pneumatic (Pitot- Prandtl) :
1 — tub pentru măsurarea presiunii statice ($p_{st}$) ;
2 — idem, a presiunii dinamice ($p_d=p_t-p_{st}$) ;
3 — idem, a presiunii totale ($p_t$). Pentru aer la presiunea atmosferică $v\approx p_d$ [m/s].

3) *Anemotermul* are aceeași componență ca și velometrul, bazat însă pe principiul electronic. Oferă avantajul că se pot măsura practic concomitent viteza, temperatura și presiunea fluidului. Este foarte ușor transportabil și este cel mai recomandabil a fi folosit la măsurarea și reglarea instalațiilor în funcțiune. Are dezavantajul că are o sondă foarte scurtă (circa 25 cm) și deci pentru a efectua măsurători în canale cu diametrul sau latura mai mare de 500 mm trebuie să i se confecționeze și adapteze un prelungitor adecvat.

4) *Diafragmele*, 5) *ajutajele Venturi* și 6) *ajutajele calibrate* se folosesc pentru măsurători de laborator montîndu-se în instalații în cazuri cu totul speciale cînd montajul lor a fost prevăzut prin proiect și se întîlnesc în instalații cu debite variabile de aer la care trebuie să cunoaștem în orice moment valoarea acestuia. Ele sînt deci părți componente ale instalației și prin atașarea unui micromanometru se pot calcula viteza și debitul aerului. Principiul pe care se bazează este de a calcula viteza într-o secțiune determinată prin măsurarea diferenței de presiune înainte (amonte) și după (aval) dispozitivul propriu-zis. Aceste aparate au un grad de precizie destul de ridicat dar au dezavantajul că introduc în circuit o pierdere de presiune destul de importantă care duce la o scădere a randamentului energetic al instalației.

b. **Debitul de aer în guri de introducere sau evacuare.** La multe instalaţii complexe măsurarea debitului de aer pe toate ramurile poate deveni o operaţie foarte laborioasă, uneori imposibil de efectuat în special în situaţia cînd canalele sînt înglobate în elementele de construcţii. Din acest motiv apare necesitatea măsurării debitului de aer la gurile de introducere sau evacuare din însăşi încăperile deservite de instalaţie. De la bun început trebuie precizat că astfel de măsurători sînt foarte uşor de efectuat, acesta fiind un avantaj esenţial, dar exactitatea rezultatelor, gradul de precizie al acestora scade foarte mult. În această direcţie trebuie îndreptată atenţia în efectuarea măsurătorilor urmărindu-se ca metodele folosite în efectuarea unor măsurători şi alegerea aparatelor de măsură să fie adecvate tipului constructiv de gură de introducere sau evacuare.

Existînd o mare varietate şi diversitate de guri de introducere şi de evacuare a aerului, alegerea aparatului de măsură se face în funcţie de caracteristicile şi amplasarea acestor elemente.

Se precizează că nu toate aparatele de măsură descrise anterior pot fi folosite la astfel de măsurători. Astfel nu putem folosi tubul Pitot sau ajutajele Venturi, caracteristice determinărilor pe canale. În schimb, la acest tip de măsurători se recomandă folosirea *anemometrului cu palete* care dă rezultate suficient de bune. Acest aparat este compus dintr-o elice care se învîrteşte în prezenţa unui curent de aer şi dintr-un aparat de citire care reprezintă de fapt un contor de turaţii într-o unitate de timp, citirea pe cadran făcîndu-se direct în unităţi de măsură ale vitezei (fig. 179).

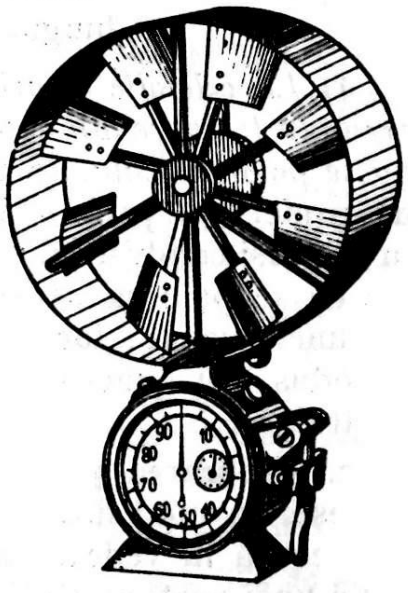


Fig. 179. Anemometrul cu palete.

Un al aparat de măsură este *anemometrul cu cupe* care nu se recomandă la măsurători în instalaţii de ventilare nici în cazul măsurătorilor în canale, nici în cazul măsurătorilor în guri deoarece erorile pe care le dă sînt mari. Măsurătoarea vitezei se face în vederea determinării debitului conform formulei :

$$V = 3\,600 \quad WS,$$

formluă în care pentru a calcula debitul $V$ de aer introducem valoarea vitezei $W$ dar numai a componentei perpendiculare a acesteia pe secţiunea $S$. Toate aparatele de măsură prezentate mai înainte cu excepţia anemometrului cu cupe măsoară această componentă, evident la o orientare corectă a sondei de măsurat. Anemometrul cu cupe detectează şi deci

măsoară viteza aerului indiferent de direcţia curgerii, de aceea el nu trebuie folosit.

**Precizia măsurătorilor în guri lasă de dorit comparînd-o cu precizia măsurătorilor pe canale din următoarele cauze :**

1) *Determinarea debitului de aer care trece printr-o gură se face după o formulă similară cu cea precedentă şi anume :*

$$V = 3\,600 W S_e \quad [m^3/h],$$

2) *Gradul de precizie este mai scăzut deoarece în general valoarea secţiunii libere* $S_e$, *îm* $m^2$, *este foarte greu sau imposibil de determinat exact.* În ţările foarte avansate în acest domeniu, în care construcţia de guri este tipizată şi industrializată, firmele specializate în acest sens au catalogate secţiunile libere pentru diferite dimensiuni constructive. La aceste guri, confecţionate de obicei din aluminiu, măsurătoarea se efectuează cu velometrul sau cu anemometrul la o distanţă de circa 2,5—3 cm în faţa gurii, iar viteza rezultată se înmulţeşte cu secţiunea luată din catalog.

3) *În cazul gurilor acoperite cu plasă de sîrmă, secţiunea liberă* $S_e$ *se poate calcula astfel :*

$$S_e = ab + d\,[n\,(d - l)] \quad [m^2],$$

unde : $a$, $b$ sînt lungimea respectiv lăţimea gurii, în m ;

$d$ este diametrul sîrmei ;
$n$ — numărul de noduri ;
$l$ — lungimea sîrmei, în m.

4) *La celelalte tipuri de guri terminate cu elemente de construcţii ca de exemplu trafoare din ipsos sau lemn sau grilaje ornamentale, secţiunea liberă nu se poate calcula.* În aceste cazuri măsurătoarea se rezumă în a stabili, de preferinţă prin utilizarea anemometrelor cu palete viteza în guri, în aceleaşi condiţii (în acelaşi mod) la guri similare sau identice şi dintr-un joc de clapete să se echilibreze vitezele pentru ca la mai multe guri ale unei aceleaşi încăperi să se realizeze o repartiţie uniformă a aerului introdus sau evacuat. Vitezele astfel măsurate nu pot servi la calculul debitului.

c. **Măsurarea presiunii.** Măsurarea presiunii se face mai rar şi nu serveşte în mod direct la reglarea unei instalaţii de ventilare. În general se execută în vederea depistărilor unei eventuale înfundări a tubulaturii sau a unei neetanşeităţi mari la trasee care nu mai sînt accesibile controlului direct. Se mai execută pentru determinarea presiunii totale a unui ventilator la care se constată că debitul măsurat este insuficient, pentru a stabili dacă ventilatorul este subdimensionat sau dacă instalaţia este fie înfundată, fie greşit calculată.

Pentru măsurarea presiunii se foloseşte tubul U (fig. 180), aparat deosebit de simplu care măsoară atît presiuni pozitive, cît şi presiuni negative ; este format dintr-un tub de sticlă în formă de U aşezat pe hîrtie gradată (eventual hîrtie milimetrică) care se umple cu apă — preferabil apă distilată pînă la gradaţia 0. Aparatul poate fi folosit pentru presiuni mai mari de 5—6 mm $H_2O$. Pentru presiuni mai mici se recomandă folosirea *micromanometrului cu tub înclinat* care are un grad de precizie de 10 ori mai mare decît tubul U. De asemenea se mai poate folosi *anemotermul* care prin adaptarea unei piese cu care este dotat aparatul, poate măsura presiuni sau depresiuni.

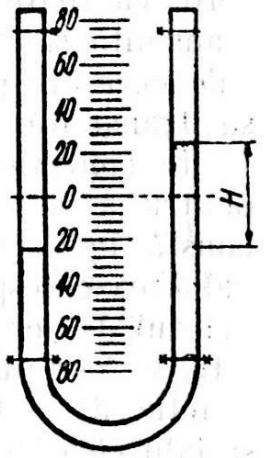


Fig. 180. Tubul U pentru măsurarea presiunilor.

Pentru efectuarea acestor măsurători se execută în pereţii plani din tablă găuri de Ø 4 ... 6 mm,dar numai cu maşina de găurit (nu cu dornul sau cu chernerul) şi apoi se înlătură cu atenţie bavurile. Gaura astfel dată, tabla trebuie să rămînă plană şi curată în apropierea orificiului deoarece în caz contrar rezultatul măsurătorii este eronat. Atît la canalele dreptunghiulare, cît şi la cele circulare se vor executa cel puţin 4 puncte de măsură pentru a se determina presiunea într-o secţiune. Cele 4 puncte vor fi capetele a două diametre perpendiculare (la canale de secţiune circulară) sau cîte unul pe fiecare faţă, la mijloc, la canalele de secţiune dreptunghiulară. Presiunea va fi media aritmetică a celor 4 citiri.

d. **Determinarea indirectă a debitului unui ventilator într-o reţea.** Măsurătorile debitului şi presiunii au un grad de precizie redus, raportat la măsurători similare în condiţii de laborator. Erorile care se pot face pot ajunge la ecarturi de $\pm 10\%$ faţă de valorile reale şi acest lucru se întîmplă din cauza faptului că numai rareori se pot alege secţiunile de efectuare a măsurătorilor astfel încît să se respecte condiţiile indicate de literatura tehnică de specialitate privitoare la măsurători aerodinamice. Astfel, una dintre indicaţiile deosebit de importante este ca locul de amplasare al punctelor de măsură să fie pe o ramură dreaptă a tubulaturii de minimum 15 ori diametrul (la canalele circulare) sau media laturilor (la canalele dreptunghiulare). Pe aceste porţiuni nu trebuie să existe organe de obturare (clapete, şubăre etc.), iar secţiunea trebuie să fie constantă. În situaţia unui astfel de traseu, punctele de măsură se amplasează la 2/3 de la capătul porţiunii considerate şi în sensul curgerii fluidului. Astfel, de exemplu, pentru un canal circular de Ø 500 mm lungimea minimă pentru a se efectua măsurători cu erori neglijabile este de $15{,}00 \times$ $\times 0{,}50 = 7{,}50$ m. Punctele de măsurat se amplasează la 5,00 m de la capătul

porțiunii considerate avînd astfel 2/3 din lungime înaintea punctului de măsură și 1/3 din lungime după.

Deoarece, în general, în cadrul unei instalații, asemenea trasee drepte se întîlnesc foarte rar, rezultatele măsurătorilor executate pe traseele obișnuite conțin uneori, erori importante. Din acest motiv s-a căutat o metodă care să elimine aceste erori și prin care se poate determina debitul total al unui ventilator amplasat într-o instalație cu condiția de a avea la dispoziție curbele caracteristice ale ventilatorului respectiv, obligație pe care o au constructorii de ventilatoare. În acest scop este obligatoriu ca toate uzinele constructoare odată cu livrarea ventilatorului să transmită și curbele caracteristice ale acestuia, fapt care asigură condițiile necesare pentru determinarea debitului ventilatorului sau cel puțin să transmită curba debit-presiune caracteristică ventilatorului livrat.

În continuare se va vedea cît este de necesară cunoașterea acesteia pentru a se determina debitul total al unui ventilator. Măsurătoarea constă în determinarea presiunii totale a ventilatorului și apoi citind valoarea corespunzătoare din curba caracteristică debit-presiune, rezultă debitul de aer corespunzător. Acest lucru se face evident, după ce instalația a fost pusă în funcțiune și debitele de aer au fost echilibrate (în funcție de valorile din proiect) pe ramurile instalației, deci clapetele și jaluzelele se găsesc într-o poziție apropiată de cea definitivă.

**Presiunea totală a ventilatorului este :**

$$H_v = H_{sr} - H_{sa} + \frac{\gamma}{2g}\left(w_r^2 - w_a^2\right) \text{ [mm } H_2O\text{]},$$

unde : $H_v$ este presiunea totală a ventilatorului, în mm $H_2O$ ;

$H_{sr}$ — presiunea statică la refularea ventilatorului, în mm $H_2O$, care se măsoară conform indicațiilor din paragraful precedent ;

$H_{sa}$ — presiunea statică la aspirația ventilatorului, în mm $H_2O$, măsurată ca și cea precedentă ;

$\frac{\gamma}{2g}\left(w_r^2 - w_a^2\right)$ este diferența de presiune dinamică care se poate calcula, dar care are valori foarte mici (0—3 mm $H_2O$) la ventilatoare obișnuite centrifuge și o la ventilatoare axiale ; într-o primă aproximație se poate neglija ;

$\gamma$ — greutatea specifică a fluidului, în kgf/m$^3$ ;

$g$ — accelerația gravitației de 9,81 m/s$^2$. Vitezele $w_r$ și $w_a$ se calculează astfel :

$$w_r = \frac{V}{3\,600\,S_r} ; \qquad w_a = \frac{V}{3\,600\,S_a} \text{ [m/s]}.$$

unde $V$ este debitul ventilatorului indicat pe plăcuţa acestuia, în $m^3/h$, iar $S_r$ şi $S_Q$ secţiunile tubulaturii, în $m^2$, în locul unde s-a măsurat $H_{sr}$ şi respectiv $H_{sa}$. *Debitul real al ventilatorului se poate deci stabili măsurînd numai presiunile statice la refularea şi aspiraţia sa.*

2. **Măsurarea parametrilor mecanici**

Aceşti parametri care trebuie uneori măsuraţi sînt turaţia, vibraţia şi zgomotul.

a. **Măsurarea turaţiilor.** Măsurarea turaţiilor motoarelor de antrenare şi a ventilatoarelor **se recomandă numai în următoarele cazuri :**

1) *Dacă transmisia dintre motor şi ventilator este cu curele*
2) *Dacă există dubii cu privire la livrarea motorului în sensul că se poate întîmpla ca turaţia indicată pe plăcuţă să nu fie şi cea reală*

Mai ales în cazul transmisiilor prin curele această măsurătoare este de dorit a se efectua pentru că foarte adeseori există alunecări, deloc neglijabile între fulii şi curelele trapezoidaîe, sau plane, cauzate fie de o insuficientă întindere a lor prin glisierele motoarelor, fie prin cedarea materialului.

Aparatele de măsură care se folosesc în aceste cazuri sînt turometrul sau *tahometrul.* Primul are un cadran şi printr-un mecanism similar cu cel al ceasornicelor, este de fapt un contor de ture, stabileşte numărul de ture într-un minut, este un aparat cu un grad foarte mare de precizie. Tahometrul indică pe cadranul său instantaneu turaţia, cu o precizie mai mică decît turometrul.

b. **Măsurarea vibraţiilor mecanice.** La o instalaţie de ventilare vibraţiile pot apărea în două locuri şi anume: la ventilator şi la suprafeţele canalelor care transportă aerul.

Ventilatoarele se montează în general pe amortizoare din cauciuc sau pe vibroşocuri cu resort care au menirea de a amortiza vibraţiile inerente maşinilor rotative. Aceste vibraţii nu dispar niciodată complet existînd deci o limită a vibraţiilor admisibile. Determinarea vibraţiilor inadmisibile se face de obicei prin observaţii directe. Măsurarea se face cu *comparatorul* care este un aparat prevăzut cu un vîrf ascuţit ce se aşează pe suprafaţa care vibrează, perpendicular pe aceasta şi un cadran indicator. Se aşează comparatorul cu acul lipit de suprafaţă şi cu ventilatorul oprit. Se porneşte ventilatorul şi după un timp se citeşte pe cadran amplitudinea maximă, a vibraţiei în milimetri. La ventilatoarele obişnuite aceasta nu trebuie să depăşească 2 mm. Cifra este orientativă şi trebuie analizată de la caz la caz. În cazul în care se constată vibraţii supărătoare, se recomandă convocarea fabricii constructoare care singură poate reechilibra rotorul. Această echilibrare se face fie static, fie preferabil dinamic cu utilaje şi în standuri special amenajate ; încercările

de a se face aceste operaţii la locul de montaj fiind în general neindicate.

În ceea ce priveşte oscilaţia pereţilor plani ai canalelor dreptunghiulare, aceasta nu trebuie să depăşească 1 mm în amplitudine şi chiar mai puţin dacă se constată menţinerea din acest motiv a unui zgomot sensibil. În aceste situaţii măsurătoarea se face cu instalaţia în funcţiune, fără oprirea ventilatorului, deoarece este ştiut că la orice pornire a instalaţiei există o *„umflare"* a tubulaturii (la canalele sub presiune) sau o *„dezumflare"* a acesteia (la canalele în depresiune) care însă nu are nici o legătură cu vibraţiile.

c. **Măsurarea zgomotului. În general zgomotul produs de o instalaţie de ventilare poate avea două cauze :**

1) *Zgomotul produs de viteze deosebit de mari în anumite puncte ale traseului instalaţiei*
2) *Zgomotul produs de vibraţii mecanice*

Măsurarea zgomotului se face în general numai la unele instalaţii speciale, acolo unde condiţiile de exploatare o cer (studiouri, muzee, săli de spectacol, spitale etc.), unde existenţa unui zgomot cît de mic este nedorită. Măsurarea se execută cu aparate speciale denumite *fonometre* care se găsesc în dotarea unităţilor specializate în probleme de igienă şi protecţia muncii. Ele nu intră în dotarea uzuală a intreprinderilor care execută lucrări de ventilare.

În acest sens, ventilatoristul are obligaţia de a avea grijă să elimine orice cauză mecanică care ar putea produce zgomote şi anume : şuruburi (piuliţe) nestrînse la îmbinări, moloz sau alte materiale mărunte, metalice care pot rămîne pe tubulatura de ventilare după montaj şi care sînt prea grele pentru a fi antrenate de aerul în mişcare.

**Pentru evitarea acestor situaţii se recomandă următoarele măsuri :**

1) *Efectuarea unui control riguros la interiorul carcasei ventilatorului înainte de racordarea acestuia la tubulatură*, deoarece adeseori din cauza depozitărilor defectuoase pătrund printre paletele rotorului bucăţi de moloz sau alte materii mărunte care rămîn în interiorul carcasei şi produc zgomot la funcţionarea acestuia, fiind foarte greu de scos după montaj.

2) *Evitarea susţinerii canalelor dreptunghiulare prin aşezarea acestora cu peretele de tablă direct pe profilul (cornierul sau fierul U) de sprijin.* În acest sens se recomandă ca susţinerile să se facă în dreptul flanşelor de îmbinare sau dacă nu este posibil să se introducă între cele două elemente metalice o bandă de carton ca cel folosit la garnituri, pentru a se evita contactul direct, metal pe metal, între peretele canalului care are tendinţa să vibreze şi profilul de sprijin.

În ceea ce priveşte zgomotul produs de vitezele de circulaţie prea mari ale aerului aceasta este o problemă care priveşte pe proiectantul instalaţiei. Totuşi atunci cînd se efectuează reglajul debitelor, intervine situaţia

de a închide foarte mult unele clapete. În aceste cazuri adeseori se ajunge la formarea unor gîtuiri ale secţiunii care crează vîrtejuri puternice ce produc zgomote, şuerături extrem de neplăcute. Pentru reducerea zgomotului în asemenea situaţii se încearcă găsirea unei alte poziţii apropiate a clapetei, poziţie în care zgomotul să se atenueze sau să dispară ; în cazul în care acesta nu dispare trebuie înlocuită clapeta cu un alt tip constructiv (şubăr sau diafragmă mobilă).

### D. REGLAREA DEFINITIVĂ A UNEI INSTALAŢII

#### 1. Recomandări generale

S-a arătat anterior modul în care se recomandă efectuarea măsurării diferiţilor parametri aerodinamici şi mecanici ai unei instalaţii. În ceea ce priveşte reglarea parametrilor electrici şi electronici ai instalaţiilor de automatizare aferente instalaţiilor de aer condiţionat, aceasta nu revine în sarcina ventilatoriştilor. Acest reglaj poate fi efectuat după ce s-a terminat reglajul debitelor de aer şi după ce lucrările de finisaj ale încăperilor deservite de instalaţii au fost încheiate, de către personalul de strictă specialitate, electricieni şi AMC-işti.

**La efectuarea reglajului unei instalaţii, este indicat să se ţină seama de următoarele recomandări generale :**

1) *Reglajul unei instalaţii trebuie să înceapă odată ce instalaţia este pusă în funcţiune în totalitatea ei, nefiind indicat a se încerca efectuarea măsurătorilor şi a reglajului parţial.* Astfel, la o instalaţie care cuprinde un ventilator de introducere şi un altul de evacuare, indiferent dacă este sau nu recirculare de aer probele trebuie să înceapă numai după punerea în funcţiune a ambelor ventilatoare şi cu încăperile deservite de acestea practic finisate şi închise. În cazul în care nu se respectă această indicaţie, este posibil ca efortul depus să fie inutil deoarece funcţionarea instalaţiilor de introducere şi evacuare se influenţează reciproc
2) *Reglajul debitelor de aer poate începe după ce au fost efectuate toate operaţiile de măsurare a parametrilor aerodinamici*
3) *Operaţiile de măsurare a debitelor de aer şi amplasarea clapetelor în poziţie definitivă se face întotdeauna pornind de la punctul cel mai îndepărtat de ventilator, atît pentru instalaţiile de introducere, cît şi pentru cele de evacuare*
4) *Se recomandă reglarea în primul rînd a evacuării şi apoi a introducerii*
5) *La terminarea reglajului debitelor de aer este recomandabil a se sigila poziţia clapetelor (a manetelor) sau a însemna cu vopsea poziţia acestora* deoarece adeseori personalul de exploatare se schimbă şi se poate întîmpla ca persoane neavizate să modifice poziţia acestora dereglînd instalaţia. Se evită în acest fel reluarea tuturor măsurătorilor

## 2. Eficienţa unei instalaţii. Realizarea parametrilor proiectaţi

După efectuarea probelor de reglaj a parametrilor aerodinamici şi mecanici şi după aşezarea aparaturii de automatizare pe poziţiile indicate în proiect şi reglarea acestora la parametrii de comandă şi control se poate trece la verificarea eficienţei instalaţiei.

Această operaţie se face prin măsurători şi observaţii directe în încăperile sau zonele deservite de instalaţie. Scopul este reglarea definitivă a instalaţiei în vederea realizării eficienţei maxime a acestora şi atingerii parametrilor proiectaţi.

Pentru instalaţiile de ventilare generală se măsoară temperatura şi viteza aerului în special în zonele deservite de oameni. La instalaţiile de aer condiţionat se măsoară şi umiditatea aerului. **La instalaţiile speciale sau industriale proiectantul mai poate solicita efectuarea unor determinări ca de exemplu :** 1) *concentraţiile de gaze nocive ;* 2) *analiza gazelor ;* 3) *eficienţa unui transport pneumatic ;* 4) *sterilitatea unei încăperi sau a unei zone etc.*

În toate cazurile, măsurătorile de bază sînt cele arătate mai înainte.

a. **Măsurarea vitezelor mici.** Măsurarea vitezelor aerului în încăperi ventilate se face cu aparate capabile de a sesiza vitezele cuprinse între 0,00 şi 1,00 m/s. În acest sens se recomandă utilizarea *anemothermului* sau *catatermometrului.*

**Pentru crearea unei senzaţii de confort este necesară realizarea unei foarte bune corelări între cei trei parametri :** 1) *viteza aerului ;* 2) *temperatura ambiantă ;* 3) *umiditatea relativă.*

În tabelul 11 este prezentată limita maximă a vitezelor aerului, peste care marea majoritate a oamenilor simt o senzaţie neplăcută, de curent de aer.

*Tabelul 11.* **Vitezele admisibile limită de confort ale aerului**

| Temperatura, în °C | 18 | 20 | 22 | 24 | 26 |
|---|---|---|---|---|---|
| Viteza, în m/s | 0,10 | 0,15 | 0,25 | 0,35 | 0,50 |

În general gurile de introducere a aerului sînt prevăzute cu jaluzele reglabile simultan sau independent şi reglajul vitezei constă în aranjarea jaluzelelor astfel încît în zonele frecventate de oameni să nu se depăşească vitezele indicate în tabel, la temperaturile respective.

b. **Măsurarea temperaturilor.** Pentru măsurarea temperaturilor aerului se folosesc *termometre cu gradaţii din zecime în zecime de grad* care sînt mai precise şi au o inerţie termică mică. Se poate folosi de asemenea *anemothermul* care are o scală specială în acest sens.

**Recomandări la măsurarea temperaturilor :**

1) *Termometrul sau sonda anemothermului să fie ținute de extremitatea opusă elementului sensibil (bulb sau fir sensibil)*
2) *Să fie ținut cît mai depărtat posibil de orice sursă locală de căldură, inclusiv de corpul uman*
3) *Să fie agitat ușor pentru a ajunge mai repede la temperatura reală*

**c. Măsurarea umidității relative. Pentru măsurarea umidității se folosesc următoarele aparate :**

1) *Psihrometrul* care poate fi mecanic sau rotativ (fig. 181). Aparatul se compune în esență din două termometre cu precizia de 0,2 °C, identice, *unul „uscat"* care măsoară temperatura reală a aerului și *unul „umed"* care indică o temperatură mai mică deoarece bulbul său se înfășoară într-un tifon care la începutul măsurătorii se umezește cu apă. Prin evaporare această apă produce o scădere a temperaturii. Într-o nomogramă specială se citește, în funcție de cele două temperaturi citite, valoarea umidității relative.

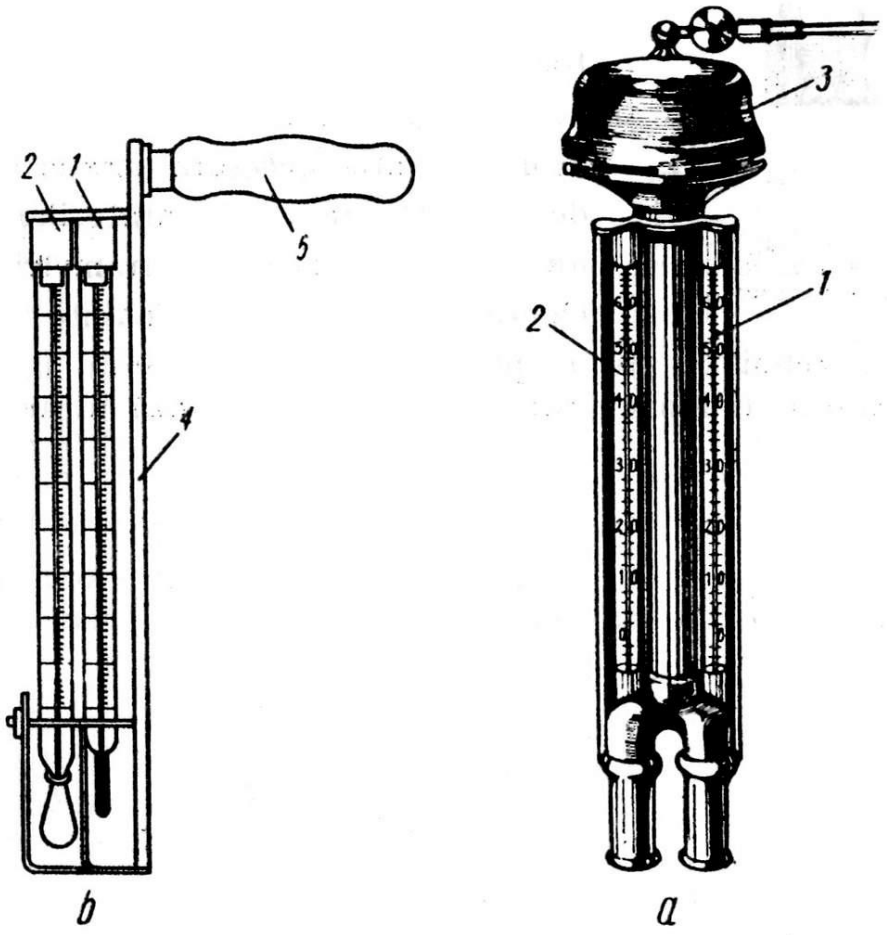



Fig. 181. Psihrometre :
*a* — mecanic; *b* — rotativ; *1* — termometru uscat; 2 — termometru umed; 3 — ventilator; *4* — planșetă; 5 — mîner.

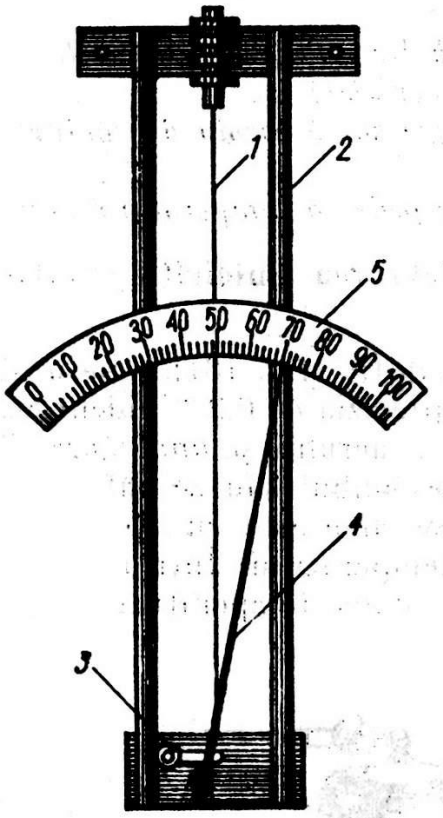



Fig. 182. Higrometru cu fir de păr :
*1* — fir de păr; 2 — cadru; 3 — sistem de pîrghii; 4— ac indicator; 5 — cadran de măsurare.

2) *Higrometrul* (fig. 182) este un aparat de măsură care măsoară direct umiditatea relativă pe principiul sensibilităţii unui fir de păr la variaţiile umidităţii. Printr-o amplificare mecanică alungirile sau contractările acestui fir de păr sînt indicate pe un cadran de către un ac indicator.

Psihrometrele sînt mai indicate decît higrometrele întrucît sînt mai precise şi mai robuste.

În urma efectuării măsurătorilor asupra vitezei, temperaturii şi umidităţii aerului se poate trece la reglarea definitivă a automatizării în vederea realizării cerinţelor de confort sau a condiţiilor speciale cerute prin proiect.

Neglijarea chiar parţială a unor măsurători şi reglaje conduce la o funcţionare defectuoasă a instalaţiei. În cazul în care nu se acordă atenţia necesară acestei faze deosebit de importante a măsurătorilor, instalaţiile nu vor funcţiona la parametrii proiectaţi. Operaţiile descrise mai înainte necesită timp şi răbdare, şi trebuie să fie o problemă de conştiinţă profesională a fiecărui muncitor, tehnician sau inginer care lucrează în acest domeniu.

CAPITOLUL IX

# MĂSURI DE PROTECŢIA MUNCII

## 1. Noţiuni generale

Protecţia muncii este o problemă de stat. Statul cheltuieşte anual sume însemnate pentru protecţia sănătăţii muncitorilor şi creerea condiţiilor necesare de muncă fără pericol de accidentare. În ţara noastră se manifestă o grijă deosebită cu privire la aplicarea normelor de tehnica securităţii muncii.

Pentru evitarea îmbolnăvirilor şi eliminarea accidentelor în producţie, instructajul care se face muncitorilor trebuie să fie bine organizat şi să se urmărească permanent respectarea cu stricteţe a regulilor de tehnica securităţii muncii.

## 2. Igiena industrială

Intreprinderile trebuie să creeze în ateliere şi şantiere condiţii optime de lucru muncitorilor. Acest climat poate fi asigurat printr-o curăţenie a locurilor de muncă, temperatură normală de lucru, iluminat corespunzător şi aerisirea atelierului unde nu sînt posibilităţi de a avea aer condiţionat. Asigurarea acestor condiţii creează o bună dispoziţie a muncitorilor care ajută la creşterea productivităţii muncii.

Păstrarea locului de muncă în stare de curăţenie este o condiţie elementară şi esenţială pentru păstrarea igienei atît în atelier, cît şi pe şantier.

De curăţenia locului de muncă depinde securitatea muncii. Ventilatoristul trebuie să-şi îngrijească singur locul de muncă. Orice obiect de prisos — haine, deşeuri de tablă, ziare etc. — trebuie să fie îndepărtate de pe spaţiul de muncă.

La ungerea utilajelor trebuie avut grijă ca uleiul să nu curgă pe pardoseală în jurul maşinilor, deoarece din cauza uleiului, pardoseala devine lunecoasă dînd posibilitatea accidentării muncitorilor. Temperatura în secţia de ventilare trebuie să fie cuprinsă iarna între 14 şi 16 °C. Atît

vara cît şi iarna trebuie să se ventileze b ıcăperile în care se lucrează. Aceasta se poate realiza atît printr-o bun. ntilare naturală, prin luminatoare sau ferestre, cît şi printr-o ventilare mecanică.

Asigurarea unui iluminat corespunzător uşurează munca, micşorează pericolul de rănire şi nu provoacă încordarea vederii.

Păstrarea în stare de curăţenie a ferestrelor, luminatoarelor şi lămpilor electrice influenţează asupra luminii din atelier şi a locului de muncă şi este de mare importanţă pentru evitarea accidentelor.

### 3. Igiena personală

Fiecare întreprindere sau atelier trebuie să asigure un număr suficient de vestiare, grupuri sanitare şi încăperi pentru consumarea alimentelor.

Igiena personală a muncitorului are o mare importanţă, atît pentru sănătatea acestuia, cît şi pentru asigurarea forţei de muncă necesară procesului de producţie. În timpul lucrului praful, murdăria şi uleiul pot murdări faţa şi mînile. Transpiraţia şi murdăria închid porii, pielea se întăreşte şi crapă ; de aceea, după lăsarea lucrului muncitorul trebuie să se spele cu apă şi cu săpun pe faţă şi mîini sau să-şi facă duş pe tot corpul.

În urma unei munci încordate omul oboseşte, iar odihna şi refacerea completă a organismului uman se realizează în timpul somnului care trebuie să dureze 7—8 h.

### 4. Tehnica securităţii muncii la lucrările de ventilare

Desfăşurarea în bune condiţii a procesului de producţie obligă pe muncitorul care lucrează la confecţionarea şi montarea instalaţiilor de ventilare să cunoască şi să respecte toate regulile stabilite de tehnica securităţii muncii.

Un accident se poate produce oricînd dacă nu se manipulează corect piesele cînd se montează sau se fixează. În anumite cazuri se pot produce răniri din cauza bavurilor sau a muchiilor ascuţite ale pieselor. Se pot întîmpla răniri la picioare cînd piesele cad accidental. Pentru tratarea rănilor de mică importanţă, atelierul este dotat cu o trusă sanitară de prim ajutor.

O cauză care poate provoca accidente este pătrunderea aşchiilor în ochi. Pentru protejarea ochilor trebuie folosiţi ochelari de protecţie. Cînd pătrunde în ochi un corp străin acesta nu trebuie scos de către muncitor sau de către un tovarăş de muncă, ci accidentatul trebuie transportat imediat la primul post de ajutor făcîndu-se apel la un cadru medical.

Sculele trebuie să fie în cea mai bună stare ; cozile ciocanelor să fie netede fără aşchii, iar ciocanul fixat solid în coadă pentru a nu scăpa cînd se bate cu el. Pentru a se evita ieşirea pilelor din mîner, acestea trebuie să fie bine înţepenite în mîner.

Foile de tablă se manipulează cu palmare.

Menghinile şi dispozitivele de lăcătuşerie se fixează şi se montează astfel încît muncitorii care lucrează la ele să poată ocupa o poziţie corectă în timpul lucrului.

În atelier se afişează placarde care atrag atenţia în mod sugestiv asupra pericolelor, prin care se dau instrucţiuni cu privire la respectarea regulilor de protecţia muncii.

Pe şantiere, muncitorii care lucrează la montarea instalaţiilor de ventilare trebuie să poarte în mod obligatoriu casca de protecţie.

Tubulatura mai grea, ventilatoarele şi aparatele mai grele trebuie montate la poziţie folosindu-se macarale sau alte mijloace de ridicat potrivite pentru a reduce efortul fizic al muncitorilor, iar în cazul montajului la înălţime, muncitorii sînt obligaţi să poarte centura de siguranţă.

Punerea în funcţiune a ventilatoarelor sau a altor agregate care folosesc energia electrică trebuie făcută de un personal de specialitate pregătit în acest scop şi în nici un caz de instalatorul ventilatorist.

Pentru lucrările de montaj a tubulaturii care depăşeşte înălţimea de 2,00 m trebuie să se execute schelele necesare montajului, bine executate, pentru a asigura o deplină stabilitate personalului care lucrează.

### 5. Tehnica securităţii muncii la executarea conductelor de ventilare din materiale plastice

În afară de respectarea regulilor generale de tehnica securităţii la manevrarea maşinilor şi a prelucrării metalelor se impune, pentru asigurarea deplinei securităţi la prelucrarea tubulaturii din PVC să se respecte regulile legate de însuşirile specifice ale materialului plastic.

Instrumentele de tăiat (ferăstraie, cuţite, cuţite de strung) trebuie ţinute curate şi verificată periodic starea lor.

După prelucrarea mecanică, talajul de la PVC trebuie să fie înlăturat la timp cu o perie specială. Locurile de muncă trebuie dotate cu aspiratoare pentru înlăturarea prafului de PVC şi a vaporilor de clor-hidrogen. În încăperi unde se execută prelucrarea mecanică a PVC-ului este interzis a se executa lucrări legate de emanarea gazelor inflamabile fiindcă în timpul frecării metalului cu materialul plastic (la viteze mari) se produc scîntei.

Este interzis să se sudeze PVC-ul în încăperi unde există posibilitatea unor emanații de gaze explozive. Nu se permite încălzirea materialului plastic la o temperatură de peste 270 °C, aceasta pentru a se evita descompunerea chimică a materialului din care cauză începe emanația de gaze toxice.

Încăperea unde se execută lucrările de sudură trebuie dotată cu o ventilare absorbantă și dispozitive aspiratoare la locurile de muncă.

La folosirea aparatului de sudură electric tensiunea de lucru a curentului nu trebuie să depășească 36 V, iar aparatul se leagă la pămînt. Cînd se lucrează cu dispozitive de sudură mobile (cu transformatoare portative) numai instalatorul electrician are dreptul să le conecteze la rețeaua comună, iar locul de conectare trebuie să fie izolat foarte bine.

## *BIBLIOGRAFIE*


**Christea, Al.** *Ventilarea și condiționarea aerului,* vol. I și II. București, Editura tehnică 1968 și 1971.

**Christea, Al.** *Instalații de ventilație și condiționare.* București, Editura Didactică și pedagogică, 1969.

**Frangopol, I.** *Tehnologia instalațiilor de ventilare și condiționarea aerului.* București, Editura didactică și pedagogică, 1970.

**Ionescu, I.** *Instalații de ventilație și condiționare.* București, Editura de stat didactică și pedagogică, 1961.

**Iudeev, A. B.** *Izgatovlenie i montaj sistem promîșlenoi ventilații iz viniplastaanticorozivnaia zascita vozduhovodov.* Moscova, 1966.

**Juravlev, B. A. și Lisiţîn, S. N.** *Cartea tinichigiului* (trad. din l. rusă). București, Editura tehnică, 1961.

**Pașcov, L. D.** *Industrialnie metodi ustroistva ventilaționîh sistem.* Leningrad, 1693.

**Simonetti, A.** *Materiale și aparate pentru instalații de încălzire ventilare și gaze.* București. Editura tehnică, 1972.

**Troţ N. D.** *Montaj promîșlenoi ventiliații.* Moscova, 1971.

**Voicu, V.** *Instalații de ventilare și de condiționare a aerului.* București, Editura tehnică, 1959.

**Voinescu V., Niculescu N. și Lăzărescu, L.** *Îndrumătorul instalatorilor.* București, Editura tehnică, 1964.

**C.S.C.A.S.** *Catalog de subansamble. Caietul II instalații. Volumul V.* București, C.S.C.A.S., 1969.

*Normativ pentru executarea și recepționarea instalațiilor de ventilație și condiționare.* București Redacția publicațiilor pentru construcții, I. 5—62, 1972.

*Normativ republican pentru proiectarea și executarea construcțiilor din punct de vedere al prevenirii incendiilor.* București, Redacția publicațiilor pentru construcții, 1972.

**C.S.P.M. și M.S.** *Norme republicane de protecție a muncii.* București, C.D.P.M., 1966.

**M.I.C.** *Norme de tehnica securității în industria materialelor de construcții.* București, 1965.

# C U P R I N S

*Prefaţă* ..... 3

Capitolul I. **Generalităţi** ..... 5

1. Aerul şi proprietăţile lui. 2. Sisteme de ventilare ..... 6

Capitolul II. **Materiale** ..... 11

A. *Materiale folosite la executarea instalaţiilor de ventilare* ..... 14

1. Table din oţel. 2. Profile laminate din oţel. 3. Materiale de etanşare. 4. Materiale de izolare termică şi fonică

B. *Aparataje* ..... 33

1. Ventilatoare. 2. Baterii de încălzire şi răcire. 3. Filtre, separatoare de praf. 4. Umidificatoare, separatoare de picături. 5. Aparataje de automatizare

Capitolul III. **Elementele conductelor de aer** ..... 36

1. Canale din zidărie. 2. Canale din plăci. 3. Canale din tuburi. 4. Canale

A. *Canale de aer* ..... 57—75

din tablă de oţel

B. *Piese speciale* ..... 57—75

1. Curbă cu secţiune dreptunghiulară. 2. Curbă cu secţiune circulară. 3. Cot etajat de secţiune circulară. 4. Cot etajat de secţiune dreptunghiulară. 5. Reducţie dreaptă circulară. 6. Reducţie dreaptă cu secţiune dreptunghiulară. 7. Reducţie de la o secţiune dreptunghiulară la o secţiune circulară. 8. Reducţie oblică cu secţiune circulară. 9. Reducţie oblică cu secţiune dreptunghiulară. 10. Reducţie oblică de la o secţiune circulară la o secţiune dreptunghiulară. 11. Ramificaţie similară cu secţiune circulară. 12. Ramificaţie dublă cu secţiune circulară. 13. Ramificaţie simplă cu secţiune dreptunghiulară. 14. Ramificaţie dublă cu secţiune dreptunghilară

C. *Elemente de reglaj* ..... 80

1. Clapete de reglaj 2. Jaluzele de reglaj. 3. Şubăre

D. *Elemente terminale* ..... 84

1. Prize de aer. 2. Guri de evacuare. 3. Căciuli de protecţie. 4. Deflectoare. 5. Guri de introducere şi absorbţie

E. *Elemente auxiliare* ..... 91

1. Capace de vizitare. 2. Puncte de măsurare

Capitolul IV. **Tehnologia execuţiei** ..... 93

A. Tehnologia execuţiei tubulaturii şi pieselor din tablă ..... 93—110

1. Pregătirea materialelor. 2. Îndreptarea. 3. Trasarea. 4. Tăierea materialelor. 5. Îndoirea. 6. Nervurarea tablelor. 7. Înfăşurarea sîrmei pe tablă. 8. Rotunjirea tablei. 9. Prelucrarea prin aşchiere a materialelor. 10. Îmbinarea tablelor

B. *Tehnologia execuţiei tubulaturii şi pieselor din material plastic* 129—143

1. Pregătirea materialelor. 2. Trasarea. 3. Tăierea plăcilor din PVC. 4. Îndoirea plăcilor din PVC. 5. Sudarea pieselor din PVC. 6. Asamblarea în tronsoane din PVC a elementelor de canale şi pieselor din PVC

Capitolul V. **Montarea instalaţiilor de ventilare şi condiţionare a aerului** 147

1. Generalităţi. 2. Montarea canalelor de aer. 3. Montarea ventilatoarelor. 4. Montarea bateriilor de încălzire sau răcire. 5. Montarea filtrelor şi separatoarelor de praf. 6. Montarea aparatelor de condiţionare

Capitolul VI. **Noţiuni de prefabricare** ..... 164

1. Necesitatea prefabricate. 2. Tipuri de elemente prefabricate

Capitolul VII. **Instalaţii speciale** (lucrări industriale) ..... 167—174

1. Instalaţii de eliminare a gazelor, vaporilor şi fumului. 2. Instalaţii de desprăfuire. 3. Instalaţii de transport pneumatic

Capitolul VIII. **Reglarea şi punerea în funcţiune a instalaţiilor de ventilare şi condiţionare a aerului** ..... 177

A. *Indicaţii generale* ..... 177

B. *Punerea în funcţiune a instalaţiilor* ..... 178

C. *Măsurarea şi reglarea instalaţiilor de ventilare mecanică şi condiţionare a aerului* ..... 181

1. Măsurarea şi reglarea parametrilor aerodinamici. 2. Măsurarea parametrilor mecanici

D. *Reglarea definitivă a unei instalaţii* ..... 191

1. Recomandări generale. 2. Eficienţa unei instalaţii. Realizarea parametrilor proiectaţi

Capitolul IX. **Măsuri de protecţia muncii** ..... 195

1. Noţiuni generale. 2. Igiena industrială. 3. Igiena personală. 4. Tehnica securităţii muncii la lucrările de ventilare. 5. Tehnica securităţii muncii la executarea conductelor de ventilaţie din materiale plastice

*Bibliografie* ..... 199

**VOR APĂREA :**

*FLORESCU, AL., ISTODE, V.*
și *NICULESCU, D.*
**Cartea instalatorului de rețele de apă și canalizare**

*VOICU VICTOR, CASIAN EUGEN*
și *BĂRĂSCU ION*
**Realizări recente în combaterea poluării atmosferei în industrie**

*URSU PASCU, FROSIN DAN, POPA DORIN, TATU ELENA* și *FROSIN DORA*
**Protejarea aerului atmosferic. Îndrumător practic**

*SIMONETTI AUREL*
**Canalizări în mediul rural**

**Lei 9**